मानचित्र तथा आरेख

संग्रह तथा निर्माण

MAPS AND DIAGRAMS

THEIR COMPILATION AND CONSTRUCTION

एफ० जे० मांकहाउस

प्राध्यापक, भूगोल, साउथैम्पटन विश्वविद्यालय

तथा

एच० आर० विल्किंसन

प्राध्यापक, भूगोल, हल विश्वविद्यालय

अनुवादक

डॉ० प्रेम चन्द्र अग्रवाल

प्राध्यापक एवं अध्यक्ष, भूगोल विभाग

रविशंकर विश्वविद्यालय, रायपुर



मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी, भोपाल

मानचित्र तथा आरेख

MAPS AND DIAGRAMS

Translated by Dr. P. C. Agarwal

प्रकाशक

मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी, 97 मालवीय नगर, भोपाल

प्रथम हिन्दी संस्करण : 1976

मूल्य : चालिस रुपये

मुद्रक : एकेडमी प्रेस, दारागंज, इलाहाबाद

This book is the Hindi Translation of International Student Edition of Maps and Diagrams by F. J. Monkhouse and H. R. Wilkinson published by Methuen & Co. Ltd. London. The translation rights were obtained by the Commission for Scientific and Technical Terminology. It has been brought out under the scheme of Production of University level books sponsored by Government of India, Ministry of Education and Social welfare, New Delhi.

प्राक्कथन

शिक्षा के स्तर को ऊँचा उठाने में मातृभाषा के माध्यम से अध्ययन-अध्यापन की महत्ता को देश के सभी शिक्षाशास्त्रियों ने स्वीकार किया है। क्योंकि सही अर्थ में स्वतंत्र चिन्तन एवं सृजनात्मक प्रतिभा का विकास तभी संभव है जब सभी स्तरों पर शिक्षा मातृभाषा के माध्यम से दी जाये। शिक्षाशास्त्रियों एवं विभिन्न आयोगों द्वारा इस सम्बन्ध में की गयी संस्तुतियों को ध्यान में रखकर भारत सरकार ने विभिन्न राज्यों में अकादमियों की स्थापना की। ये अकादमियाँ विश्वविद्यालयीन स्तर की मानक पाठ्य पुस्तकें एवं सन्दर्भ ग्रन्थों के प्रकाशन का महत्वपूर्ण कार्य कर रही हैं।

मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी की स्थापना जुलाई 1969 में हुई। विगत छः वर्षों की अवधि में अकादमी ने विज्ञान, प्रौद्योगिकी, कृषि तथा मानविकी के विभिन्न विषयों पर लगभग दो सौ मौलिक तथा अनुदित ग्रन्थ प्रकाशित किये हैं। इन ग्रन्थों को राज्य के सभी विश्वविद्यालयों के पाठ्यक्रमों में अधिकाधिक स्थान मिलता जा रहा है। इस अकादमी के प्रकाशनों का अन्य हिन्दी भाषी राज्यों में भी स्वागत हुआ है। ग्रन्थ प्रकाशन के क्षेत्र में अकादमी की उपलब्धियों के आधार पर हमें आशा है कि अन्य राज्यों की अकादमियों के सहयोग से विश्वविद्यालयीन स्तर के लिए आवश्यक समस्त पाठ्यग्रन्थों के प्रकाशन का लक्ष्य शीघ्र ही प्राप्त हो सकेगा।

अकादमी की ग्रन्थ प्रकाशन योजना राज्य के विश्वविद्यालयों एवं महाविद्यालयों में कार्यरत प्राध्यापकों के सक्रिय सहयोग से क्रियान्वित की जा रही है। हम आशा करते हैं कि प्राध्यापक गण शिक्षण कार्य के लिए अकादमी की पाठ्य पुस्तकों का अधिकाधिक उपयोग करेंगे।

हिन्दी भाषा में मानक ग्रन्थों के निर्माण की इस महत्वपूर्ण प्रक्रिया का हमारे राष्ट्रीय जीवन पर प्रभाव पड़ना स्वाभाविक है। वह दिन दूर नहीं है जब हिन्दी भाषा में तैयार की गई उच्चस्तरीय पुस्तकों के सहज सुलभ होने से शिक्षा के क्षेत्र में कार्यरत प्राध्यापकों तथा उदीयमान छात्रों को मातृभाषा के माध्यम से मौलिक, चिंतन, मनन तथा सहज अभिव्यक्ति की प्रेरणा मिलेगी और उनका बौद्धिक स्तर उत्तरोत्तर उन्नत होता जायेगा।

वसंतराव उइके.

अध्यक्ष

मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी

प्रस्तावना

'मैप्स ऐंड डायग्राम्स' पुस्तक का प्रथम संस्करण 1951 में प्रकाशित हुआ और द्वितीय संस्करण 1962 में। इसी द्वितीय संस्करण के हिन्दी रूपान्तर का नाम "मानचित्र तथा आरेख" है। मूल पुस्तक विषय प्रतिपादन की दृष्टि से विद्वानों द्वारा परिनिष्ठित मान्य हुई। भूगोल के छात्रों और विद्वानों के लिए तो यह विशेषतः उपादेय है।

भूगोल के अध्ययन में मानचित्र का महत्व सर्वमान्य है। इसके अतिरिक्त इतिहास, अर्थशास्त्र और भौगर्भिकी आदि विषयों के परिज्ञान में मानचित्र विशेष सहायक होता है। 'मानचित्र तथा आरेख' पुस्तक छः अध्यायों में विभाजित है। प्रथम अध्याय 'सामग्रियाँ और प्रविधियाँ' है जिसमें मानचित्र बनाने में काम आने वाली एक-एक वस्तु का विशेष विवरण दिया गया है। द्वितीय अध्याय 'उच्चावचन मानचित्र तथा आरेख' जिसमें उच्चावचन का निरूपण प्रवणता और ढाल आदि का सांगोपांग विश्लेषण और अंकन सविधि दिया गया है। तृतीय अध्याय 'जलवायु मानचित्र तथा आरेख' है। इसमें सममान रेखा मानचित्र, पवन, वर्षा और जलवायु प्रभावारेख का प्रतिपादन है। चतुर्थ अध्याय 'आर्थिक मानचित्र तथा आरेख' है जिसमें कृषि औद्योगिक सांख्यिकी तथा संचार सांख्यिकी की दृष्टि से विवेचन किया गया है। पंचम अध्याय 'जनसंख्या के मानचित्र तथा आरेख' है। षष्ट अध्याय 'बस्तियों के मानचित्र तथा आरेख' है। अध्यायों के शीर्षकों से ही पुस्तक के व्यापक विषयों का अनुमान किया जा सकता है। पुस्तक सामान्य और विशेष दोनों प्रकार के पाठकों के लिए उपयोगी है।

अनुवाद होते हुए भी यह पुस्तक हिन्दी में अपने विषय की प्रथम पुस्तक है। आशा है इस पुस्तक के पठन-पाठन के परिणाम स्वरूप भविष्य में इस विषय के और भी मौलिक और उत्कृष्ट ग्रन्थो के प्रणयन की प्रवृत्ति समर्थ विद्वानों में अंकुरित होगी।

संचालक

मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी

प्रथम अंग्रेज़ी संस्करण की भूमिका

प्रमुख अमरीकी भूगोलवेत्ता, जे० के० राइट ने अपने रोचक निबन्ध "मैप मेकर्स आर ह्यूमेन" में लिखा था कि "मेप्स आर ड्रॉन बाई मेन एण्ड नॉट टर्न्ड आउट ऑटोमेटिकली बाई मशीन्स", अर्थात् मानचित्रों को मनुष्य बनाते हैं, उन्हें स्वचालित मशीनें नहीं उत्पन्न करती हैं।[1] किन्तु क्रमबद्ध प्रशिक्षण के बिना मानचित्रण की कला में दक्षता नहीं हो पाती है। इस दक्षता को प्राप्त करने के लिए आवश्यक अनुशासन के अन्तर्गत तीन बातें आती हैं : (1) कच्चे माल तथा आँकड़ों को सम्भालना; (2) मान चित्रात्मक सिद्धान्तों तथा प्रविधियों का आलोचनात्मक ज्ञान; तथा (3) मानचित्रों के तैयार करने में किसी हद तक हस्त कौशल (manual dexterity) तथा कार्यकुशलता प्राप्त करने के लिए वास्तविक चित्रण का अभ्यास।

आँकड़ों के संग्रह के विधि-तन्त्र (methodology) से तथा प्रदर्शन की प्रविधि में प्रयोग से सम्बन्धित समस्याएँ, मानचित्र विज्ञान के महत्वपूर्ण पहलू हैं; पाठ्य-पुस्तकों में सम्भवत: इन बातों पर उतना अधिक महत्व नहीं दिया गया है जितना कि उदाहरण के लिए मानचित्र विज्ञान के इतिहास पर, प्रायोगिक (practical) सर्वेक्षण पर तथा मानचित्र प्रक्षेपों पर है। मानचित्र विज्ञान का क्षेत्र इतना विशाल है कि एक वरणात्मक उपागम (selective approach) रखने में, जिसमें कि इन अन्य पहलुओं को छोड़ दिया जाय, किसी खेद की आवश्यकता नहीं है।

मानचित्र भूगोलवेत्ता का परम्परागत माध्यम है, और यह पुस्तक मुख्यत: भूगोल वेत्ताओं के प्रशिक्षण से सम्बन्धित है। तथापि यह नहीं भूलना चाहिए कि इस पुस्तक की सामग्री इतिहासकार, अर्थशास्त्री और वास्तव में उन सब के लिए उपयोगी सिद्ध होगी, जो मानचित्रों के उपयोग या उत्पादन से सम्बन्धित हैं।

भूगोलवेत्ता को अपने प्रशिक्षण तथा विकास में जिन मानचित्रों तथा आरेखों को बनाने की आवश्यकता होती है उन्हें तीन समूहों में वर्गीकृत किया जा सकता है। पहिले समूह में वे मानचित्र आते हैं जो कि एक स्वयं में पूर्ण पाठ्यक्रम प्रस्तुत करने के लिए विधिवत (formal) मानचित्रात्मक अभ्यासों की एक श्रेणी के रूप में बनाये जाते हैं, किन्तु वे स्वभावत: किसी विशेष भूगोल पाठ्यक्रम से सम्बन्धित होते हैं, चाहे वह स्कूल, प्रशिक्षण-महाविद्या-

---

1. J. K. Wright, *Geographical Review*, अंक 32, पृ० 527 (न्यू यार्क, 1942)।

लय, या विश्वविद्यालय का हो। उदाहरण के लिए, लिवरपूल में, प्रथम-वर्ष के सभी छात्र छब्बीस अभ्यासों की एक क्रमबद्ध श्रेणी पर कार्य करते हैं, जिससे कि विद्यालयीन मानचित्र विज्ञान के अत्यन्त विभिन्न मानकों के स्थान पर एक सामान्य स्तर प्राप्त हो सके।

दूसरे समूह में वे मानचित्र आते हैं जिन्हें विस्तृत प्रबन्धों (dissertations) तथा शोध प्रबन्धों को चित्र द्वारा समझाने के लिए बनाया जाता है, जो कि प्रशिक्षण-महाविद्यालयों तथा विश्वविद्यालयों में होने वाले कम या अधिक उन्नत कार्य का एक महत्वपूर्ण अंग होते हैं। प्राय: यह प्रबन्ध किसी प्रकार के प्रादेशिक सर्वेक्षण से सम्बन्धित होता है, और इसे समझाने के लिए बनाने गये मानचित्र बहुत महत्वपूर्ण होते हैं। वास्तव में, कुछ विश्वविद्यालयों में प्रथम उपाधि के लिए प्रस्तुत होने वाला प्रबन्ध, मुख्यत: मौलिक मानचित्रों का एक समुच्च्य होता है, जिसके साथ एक संक्षिप्त पाठ्य रहता है।

तीसरे समूह में वे मानचित्र हैं जो इसलिए बनाये जाते हैं कि उन्हें प्रकाशन के लिए लाइन-ब्लाक के द्वारा पुनरुत्पादित किया जाय। प्रतिवर्ष सैकड़ों पुस्तकें तथा पत्रिकाएँ प्रकाशित होती हैं जिनमें मानचित्र रहते हैं। अक्सर इनके मानचित्र अच्छे बने हुए नहीं होते, और अक्षर-लेखन अपर्याप्त रहता है, तथा या तो अति-लघुकरण के कारण उनकी सुपाठ्यता का ह्रास हो जाता है, या अल्प-लघुकरण के कारण वे अपरिष्कृत तथा खाली-खाली से लगते हैं, और उनमें प्राय: ऐसा अधिक विन्दु चित्रण होता है कि अस्पष्टता आ जाती है। जैसा कि वी० सी० फिंच ने लिखा था, "भौगोलिक प्रकाशनों के सर्वेक्षण से यह बहुत स्पष्ट हो जाता है कि बहुत से मानचित्रों तथा आरेखी युक्तियों को जिन उद्देश्यों के लिए बनाया गया है, उनके लिए वे कितनी अनुपयुक्त हैं, और यह कि अक्सर कितने थोड़े से गौण परिवर्तनों से उनकी प्रभावशीलता सुधर जाती यदि लेखक उपलब्ध युक्तियों तथा प्रविधियों से लेखक अधिक परिचित होता।"[1]

पुस्तक को छ: अध्यायों में बाँटा गया है। प्रथम में सामग्रियों तथा प्रविधियों का प्रारम्भिक विवेचन है, और अन्य पाँच अध्यायों में उन विशेष मानचित्रों तथा आरेखों का विवरण है जो भूगोलवेत्ता की रुचि के क्षेत्र एवं अधिकार में आते हैं।

'मानचित्र तथा आरेख' नाम की उसके यथासम्भव व्यापक अर्थ में व्याख्या की गयी है, क्योंकि भौगोलिक आँकड़ों पर मानचित्रात्मक तथा आरेखी कार्य करने के अनेक सम्भव तथा विविध तरीके हो सकते हैं। मानचित्र की स्वीकृत संकल्पना—ऊर्ध्वाधर देखते हुए स्थानिक वितरणों का रूढ़ निरूपण के अतिरिक्त, बहुत विविध प्रकार के आरेखों का विवेचन किया गया है, जिसमें ग्राफ़, ब्लाक-आरेख, परिच्छेदिकाएँ तथा दृश्यभूमि (landscape) रेखाचित्र सम्मिलित हैं। अन्तत:, एक सीधे-सादे स्थलाकृतिक मानचित्र से लेकर, रूढ़िकरण तथा वरणात्मक महत्व की विविध कोटियों से होते हुए, एक सरल आरेख तक एक क्रमिक संक्रमण देखा जा सकता है।

---

1. V. C. Finch, 'Training for Research in Economic Geography', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 34, पृ० 207 (लंकास्टर, पे० 1944)।

मानचित्र संग्रह के लिए स्रोत सामग्री तथा आँकड़ों के, तथा ऐसे मौलिक लेखों के सन्दर्भों को सम्मिलित करके, जो कि किसी विशेष मानचित्रात्मक विधि के सिद्धान्तों का विवेचन करते हों, और वे भी जो विविध प्रविधियों के सफल प्रयोग को चित्र द्वारा समझाते हों, इस पुस्तक की उपयोगिता को बढ़ाने का प्रयास किया गया है। सन्दर्भ ग्रन्थ सूची से सम्बन्धित सन्दर्भों को टीपों (फ़ुटनोटों) में अथवा मानचित्रों तथा आरेखों के अनुशीर्षकों में उद्धृत किया गया है।

आभार प्रकाशन

इस पुस्तक में मानचित्र विज्ञान के उन पाठ्य-क्रमों को बहुत कुछ ग्रहण किया गया है जो पिछले पाँच वर्षों में लिवरपूल विश्वविद्यालय के भूगोल विभाग में विकसित हुए हैं। वास्तव में जिन अभ्यासों का विवेचन किया गया है उनमें से बहुत को विभागीय चित्र-शालाओं में कार्यान्वित किया गया है, और इस पुस्तक के चित्रों के एक बड़े समानुपात को ऐसे अभ्यासों से व्युत्पन्न किया गया है। इसके अतिरिक्त, उन मानचित्रों को बनाने में अमूल्य अनुभव प्राप्त हुआ है, जो विश्वविद्यालय प्रेस द्वारा या तो पहिले ही प्रकाशित या अभी तैयार हो रहे लिवरपूल स्टडीज़ इन ज्याग्रफ़ी के अनेक अंकों में सम्मिलित हैं।

अत: हम जितना कि पर्याप्त रूप में व्यक्त कर सकते हैं उससे कहीं अधिक आभारी हैं, पहले प्रोफ़ेसर एच० सी० डार्बी के, और फिर प्रोफ़ेसर विलफ्रेड स्मिथ के, सतत प्रोत्साहन, प्रदीप्ति तथा आलोचना के लिए, जब कि हमारे अन्य सहयोगियों ने हमें लगातार अपने सुझावों तथा सम्मतियों एवं अनेक मौलिक मानचित्रों का योगदान दिया है।

प्रोफ़ेसर एस० एच० बीवर ने प्रूफ़ पढ़ने की कृपा की है तथा बहुत से संशोधन करने की राय दी, जिन्हें हमने प्रसन्नतापूर्वक सम्मिलित किया है।

इस प्रकार की पुस्तक का सबसे मूल्यवान भाग वे मानचित्र तथा आरेख हैं, जो उसे स्पष्ट करते हैं; इन्हें श्री ए० जी० हाजकिस ने श्री डी० एच० बर्च की सहायता से बनाया है।

लिवरपूल
जून, 1951

एफ़० जे० एम०
एच० आर० डब्ल्यू०

द्वितीय अंग्रेज़ी संस्करण की भूमिका

मानचित्र तथा आरेख के मूल प्रकाशन के बाद जो दशक व्यतीत हुआ है उसमें मुख्य सिद्धान्त तथा मत स्थायी रहे हैं, किन्तु मानचित्र विज्ञान तथा कला ने प्रगति की है, और अब मूल पाठ्य में कुछ रूपान्तरण तथा विवर्धन आवश्यक हो गये हैं। लेखकों के साथ बहुत-सा सहायतापूर्ण पत्राचार हुआ है, जिसमें विविध संशोधन, आलोचनाएँ तथा विस्तरण सुझाये गये हैं, जिनमें से अधिकांश को इस संशोधित संस्करण में सम्मिलित कर लिया गया है। वे इन अनेक पत्र प्रेषकों को, जिन्हें उनके नाम से सूचीबद्ध करना अनुपयुक्त होगा, सामूहिक रूप से धन्यवाद देने के इस अवसर का स्वागत करते हैं, यदि कोई अधिक अनौपचारिक सम्पर्क आभार प्रदर्शन से छूट जाए, यद्यपि वह कम उपयोगी नहीं है। इस संस्करण में सम्मिलित अतिरिक्त मानचित्रों के स्रोतों की विधिवत आभारोक्ति अनुशीर्षकों में की गयी है। इन-मानचित्रों को बनाने के लिए, और सामान्यत: सहायक सम्मति के लिए, लेखकगण श्री ए० कारसन क्लार्क, सीनियर कार्टोग्राफ़र, भूगोल विभाग, साउथैम्पटन विश्वविद्यालय को तथा श्री आर० आर० डीन, सीनियर टेक्नीशियन, भूगोल विभाग, हल विश्वविद्यालय को धन्यवाद देते हैं। कुमारी जी० ए० इवांस तथा कुमारी जे० बेली ने नयी सामग्री के टंकण के परिश्रमी कार्य में हाथ बँटाया है।

हाल के वर्षों में सांख्यिकीय विधियों तथा प्रक्रमों ने भूगोल के व्यवहार में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभायी है। यद्यपि प्रथम संस्करण में इन पहलुओं की किसी भी प्रकार उपेक्षा नहीं हुई थी, किन्तु इनके आपादनों का आकार इतना बढ़ गया है कि लेखकों ने यह तय किया कि भूगोल में सांख्यिकीय विधियों की व्यापक समीक्षा पर एक पृथक परिशिष्ट सम्मिलित करना वांछित था। यह कार्य साउथैम्पटन विश्वविद्यालय में भूगोल के व्याख्याता श्री आर० जी० बैरी ने कृपापूर्वक कया है; लिवरपूल विश्वविद्यालय के डॉ० एस० ग्रेगरी ने इस प्रारूप की आलोचनात्मक समीक्षा की थी। पाठ्य के अन्य नये या बहुत कुछ

संशोधित खण्डों में वे सम्मिलित हैं जो सामान्यतः मारफ़ोमिती (विशेषकर ढाल के विकास) के विषय में हैं, तथा कृषि वितरणों के मानचित्र, रोग के विस्तार के मानचित्र, केन्द्रीय स्थान सिद्धान्त में रेखीय विश्लेषण का प्रयोग, बस्ती तथा जनसंख्या के वितरण का अध्ययन, तथा नगरीय जनसंख्या के मानचित्रण के विषय में हैं। अध्याय 1 में कुछ नये पदार्थों तथा यन्त्रों का, जो अब चित्रण में विस्तृत उपयोग में आ रहे हैं, विस्तार सम्मिलित किया गया है। आवश्यकतावश, फ़ुटनोटों की संख्या में पर्याप्त वृद्धि करनी पड़ी है, जिससे कि बहुत से नये तरीकों का तथा भली प्रकार परीक्षित तरीकों के सफल प्रयोग का, जो कि अधिकतर हाल की प्रकाशित पत्रिकाओं में निकले हैं, पूर्ण सन्दर्भ प्राप्त हो सके।

दिसम्बर, 1962

एफ़० जे० एम० तथा एच० आर० डब्ल्यू०

विषय-सूची

अक्षर लेखन—अक्षर लेखन-प्रच्छादन (mask) : अक्षरों का संरेखण (alignment), आकार तथा परस्पर दूरी : अक्षर लेखन की शैलियाँ (styles) : पिच्छाक्ष अक्षर अलेखन : अक्षर लेखन-मार्गदर्शिकाएँ : मुद्रित नाम ।

लघुकरण तथा विवर्धन—आलेखी विधियाँ : यान्त्रिक विधियाँ : फ़ोटो विधियाँ ।

क्षेत्रफल तथा दूरी का मापन—वर्गों की विधि : पट्टी विधि : 'बिन्दु प्लैनीमीटर' : ज्यामितीय विधियाँ : यान्त्रिक विधियाँ, दूरी का मापन ।

2. उच्चावचन के मानचित्र तथा आरेख

उच्चावचन का चित्रण—स्थानीय ऊँचाइयाँ : समोच्च रेखाएँ : समोच्च रेखीय-विधि का विस्तरण : स्तर-छायाकरण तथा–रंजन : हैश्यूर (रेखा चित्रण) : पर्वत-छायाकरण : दृश्य-भूमि (landscape) के रंगीन मानचित्र : भृगु (cliff)–तथा शैल (rock)-ड्राइंग : भू-आकृति (physiographic) (चित्रात्मक उच्चावचन) मानचित्र स्थल-रूप प्रकार या 'भू-भाग प्रकार' के मानचित्र : विन्यास (configuration) मानचित्र : आकृतिकीय (morphological) मानचित्र ।

मार्फ़ोमितीय (morphometric) **विश्लेषण**

परिच्छेदिकाएँ (profiles)—परिच्छेदिकाओं का चित्रण : अनुक्रम (serial) परिच्छेदिकाएँ : अनुदैर्घ्य परिच्छेदिकाएँ : अध्यारोपित (superimposed) परिच्छेदिकाएँ : मिश्र (composite) परिच्छेदिकाएँ : प्रक्षिप्त (projected) परिच्छेदिकाएँ : पुनर्निर्मित परिच्छेदिकाएँ ।

प्रवणता तथा ढाल—ढाल निर्धारण की सार्थकता : प्रवणता का परिकलन : ढालों की मापनियाँ : औसत ढाल निर्धारण की विधियाँ : जी० एच० स्मिथ की ढाल विश्लेषण विधि : राइज़ तथा हेनरी की औसत ढाल निर्धारण विधि : ए० एच० राबिसन की ढाल विश्लेषण विधि : ए० एन० स्ट्रैलर की ढाल विश्लेषण विधियाँ : ढाल-क्षेत्र मानचित्र : ढाल विश्लेषण की अन्य विधियाँ : क्षेत्रफल-ऊँचाई आरेख : उच्चतादर्शी (hypsometric) वक्र : प्रतिशत उच्चतादर्शी वक्र : प्रवणता (clinographic) वक्र : ए० एन० स्ट्रैलर का माध्य ढाल वक्र : डी० स्मेत का वक्र : एफ़० मोसले के ढाल मानचित्र : तुंगता (allimetric) वारंवारता विश्लेषण : एफ़० मोसले का ढाल-ऊँचाई वक्र : ऊँचाई-परास आरेख ।

अन्तर्दृश्यता—समोच्च रेखा मानचित्रों से अन्तर्दृश्यता के अभ्यास : अदृश्य भूमि ('dead ground') ।

दृश्यभूमि चित्रण तथा (field-sketching) **क्षेत्रारेखन**—क्षेत्रा-रेखन समोच्च रेखा मानचित्रों से रेखाचित्र (sketches) : बनाना स्थल (field) स्थल पर रेखाचित्रण : फ़ोटो से रेखा-चित्रण करना ।

ब्लाक-आरेख—काल्पनिक स्थल-स्वरूपों के रेखाचित्रीय ब्लाक-आरेख :

चित्र-सूची

●

अध्याय 1

सामग्रियाँ तथा प्रविधियाँ

ड्राइंग के यन्त्र

मानचित्रण की प्रविधि में जो विद्यार्थी यथोचित योग्यता प्राप्त करना चाहता हो, उसके लिए आवश्यक है कि वह ड्राइंग के यन्त्रों का एक अच्छा सा सेट ले और इन यन्त्रों के उपयोग को क्रमबद्ध अभ्यास के द्वारा सीखे।

पेन्सिलें

चित्रण का बहुत सा प्रारम्भिक कार्य पेन्सिल से ही करना आवश्यक रहता है। गोल की अपेक्षा षटकोणीय पेन्सिल अच्छी होती है, क्योंकि इसके बेलने या फिसलने में रुकावट रहती है। पेन्सिलों के सीसे ग्रैफ़ाइट के योगिकों से बनते हैं, जो विभिन्न कठोरता के होते हैं। इस प्रकार 8H या 9H वाले सीसों में धातु जैसी कठोरता होती है और वे कागज़ को खरोंच या काट देंगे। दूसरी ओर, 6B सीसा अत्यन्त मुलायम होता है। चित्र खींचने के अधिकाश काम के लिए HB या H पेन्सिल पर्याप्त होती है। कभी-कभी पहाड़ी की छाया बनाने जैसे कार्य करने के लिए 6B या शुद्ध कार्बन की पेन्सिल का उपयोग किया जा सकता है। किन्तु ऐसे मानचित्रों को अनुरेखण-कागज़ या टिशू-कागज़ से ढक कर रखना चाहिए जिससे कि वे धब्बेदार न हो जायें।

पेन्सिल की नोक अच्छी तेज़ रखनी चाहिए। पेन्सिल बनाने का यन्त्र बेकार होता है। इसके लिए सीसे को तेज़ चाकू से छीलना चाहिए तथा रेगमाल (Sand paper) पर घिस कर उसे सूई जैसा नुकीला बनाना चाहिए। सीधी-कोर के सहारे रेखाएँ खींचने के लिए पेन्सिल की नोक को छेनी की धार जैसा बनाना चाहिए।

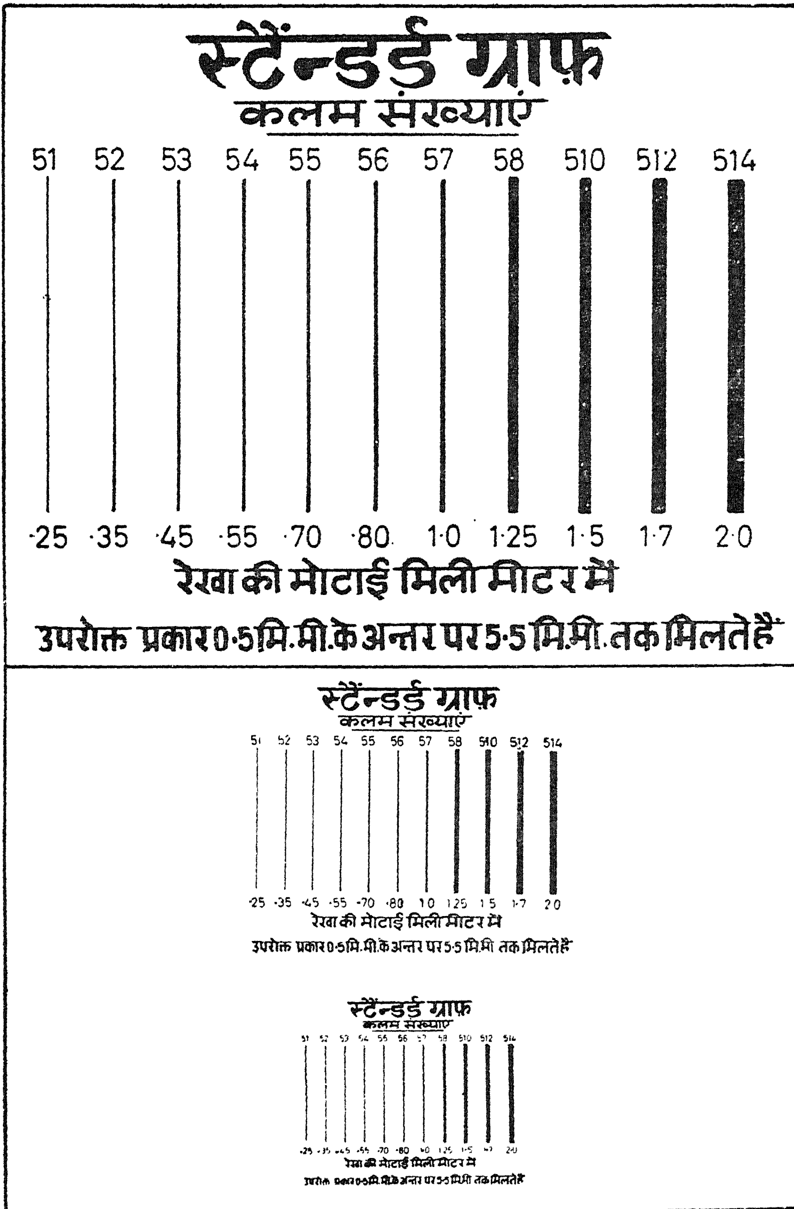
कलमें

बाजार में विशिष्ट डिज़ाइन वाली अनेक प्रकार की निबें मिलती हैं। इनमें से अधिकांश तो मुख्यत: व्यवसायी ड्राफ़्टस्मैन के उपयोग की होती हैं। विद्यार्थी के लिए एक कड़े इस्पात की, मध्यम आकार वाली, मोटी निब उपयोगी होगी। महीन रेखाओं के काम के लिए मानचित्रण कलम का उपयोग किया जा सकता है। किन्तु यह आवश्यक है कि इस

कलम को ऊपर व नीचे की ओर चलाने में एक समान दबाव डाला जाय क्योंकि इसके उपयोग में एक प्रमुख कठिनाई यह होती है कि रेखा की मोटाई एक समान नहीं आती। नदियों को दर्शाने में, जहाँ पतली होती हुई रेखा आवश्यक होती है, इस कलम का उपयोग किया जा सकता है।

साधारण मानचित्रकार की मुख्य समस्या होती है अपनी रेखा की मोटाई को समान रखना। इसका एक उपाय यह है कि **स्टैन्डर्डग्राफ़** (Standardgraph) जैसी कलम का उपयोग किया जाय। इस कलम में एक कुण्ड व नली-रूपी खोखली निब होती है जो कि विभिन्न व्यासों में आती है। इस निब में तार-लगा एक मूसल प्रविष्ट रहता है जो कि स्प्रिंग के द्वारा ऊपर-नीचे होने वाली एक पिन होती है। इस मूसल के द्वारा स्याही का प्रवाह नियन्त्रित हो जाने से समान मोटाई व घनत्व की रेखा बनना निश्चित हो जाता है। यह कलम प्लैस्टिक या धातु के होल्डर में लगती है जैसा कि चित्र 2 में दर्शाया गया है। ऐसी कलमों के एक प्रकार में, काम न करते समय, निब को समतल रखने की व्यवस्था होती है, जिससे स्याही नहीं गिरने पाती। चित्र 1 में दर्शाया गया है कि इस कलम से किन विभिन्न मोटाइयों की रेखाएँ बनायी जा सकती हैं और आधे व तिहाई लघुकरणों के पश्चात वे कैसी दिखलायी पड़ती हैं। निब को अच्छी तरह साफ़ रखना चाहिए। प्रत्येक बार जब इस कलम के कुण्ड की स्याही समाप्त हो तो इसे पानी में डुबा कर, मूसल को सावधानी से ऊपर नीचे करना चाहिए तथा निब को रोवेंरहित पदार्थ से पोंछ देना चाहिए। अन्य प्रकार की कलमें भी मिलती हैं जो अधिकतर अमेरिका या जर्मनी की बनी होती हैं। इनमें **लिराय, स्पीडबाल, बार्च-पेजान्ट रैपिडोग्राफ़**, (Leroy, Speedball, Barch-Payzant Rapidograph) तथा रिको (Wrico) उल्लेखनीय हैं।

रेखांकन कलमें : रेखांकन कलम में, जो कदाचित सबसे उपयोगी ड्राइंग यन्त्र है, हड्डी या प्लैस्टिक की एक डण्डी होती है जिसमें उत्तम इस्पात की दो नुकीली पत्तियाँ लगी रहती हैं। इन पत्तियों के ऊपरी भाग में प्रविष्ट एक पेंच को घुमा कर इनकी दूरी घटाई-बढ़ाई जा सकती है जिससे कि विभिन्न मोटाइयों की रेखाएँ खींची जा सकें (चित्र 2)। इन पत्तियों को साफ़ तथा सिल्ली पर घिस कर तेज़-नुकीली रखना चाहिए, नहीं तो बहुत साफ़ रेखा कार्य नहीं किया जा सकेगा। पत्तियों को भीतर की ओर से छू जाने से बचाना चाहिए। यदि पत्तियों के बाहर की ओर कुछ भी स्याही लगी होगी तो वह रेखाओं की मोटाई को फैला करके भद्दा कर देगी। पत्तियों के बीच में स्याही भरने के लिए क्विल (Quill) अर्थात् पिच्छाक्ष तूलिका या नली से काम लेते हैं (देखिये अ० सं० 1)। विद्यार्थियों को प्रयोग करके देखना चाहिए कि पेंच को कितना घुमाने पर रेखाएँ कितनी पतली-मोटी हो जाती हैं। मानचित्र पर रेखांकन-कलम को चलाने से पूर्व, अन्य कहीं कुछ रेखाएँ खींच कर, सदैव परीक्षण कर लेना चाहिए। उपयोग के बाद इस कलम की नोकों के बीच से, मुलायम लिनेन या मलमल के टुकड़े को खींचते हुए, अतिरिक्त स्याही को पोंछ देना चाहिए। ऐसा करते समय बल प्रयोग नहीं करना चाहिए, नहीं तो पत्तियाँ बाहर को मुड़ जायेंगी और फिर सही रेखाएँ खीचना असम्भव हो जायेगा।



चित्र 1—मानक रेखीय मोटाइयाँ

ग्यारह स्टैन्डर्डग्राफ़ श्रेणियों के उपयोग से प्राप्त ग्यारह मानक रेखीय मोटाइयाँ दर्शायी गयी हैं : ऊपर : पूरा आकार ; मध्य : आधा लघुकृत ; नीचे : तिहाई में लघुकृत ।

डंडी पर घूमने वाली रेखांकन-कलमें भी मिलती हैं जिनसे वक्र रेखाएँ खींची जा सकती हैं। किन्तु ये कलमें मानचित्रकार के लिए विशेष महत्व की नहीं होतीं। दोहरी रेखांकन-कलमें जिनमें एक ही होल्डर में दो रेखांकन-कलमें लगी रहती हैं और ऐसी व्यवस्था रहती है कि उनसे विभिन्न मोटाइयों की और विभिन्न दूरियों पर दो रेखाएँ खींची जा सकती हैं, कभी-कभी रेल-मार्गों, सड़कों तथा नहरों को दर्शाने में सुविधापूर्ण होती हैं (चित्र 3)।

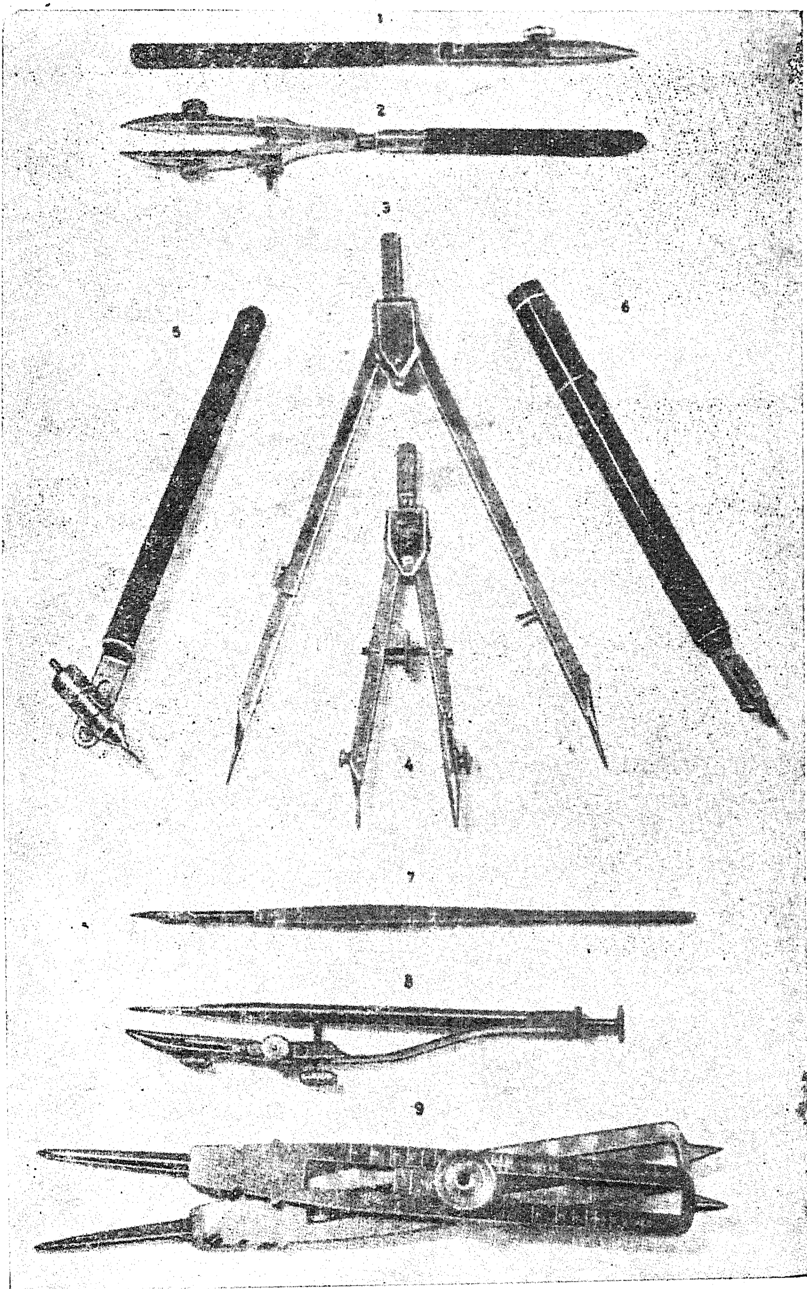
रेखांकन-कलमों के उपयोग में बड़े अभ्यास की आवश्यकता होती है। इन्हें सीधी-कोर के सहारे, खड़ी स्थिति में, हल्के हाथ से पकड़ना चाहिए। सीधी-कोर यदि इस्पात या प्लैस्टिक की हो तो अधिक अच्छा होगा। इसका किनारा प्रवणित (bevelled) या पतला होना चाहिए जिससे कि इसमें लगी स्याही नीचे कागज़ पर न फैल जाय। यह कोर इतनी अधिक ऊँची भी नहीं रहनी चाहिए कि रेखा बहकने लगे। साथ ही कलम इतनी अधिक भरी नहीं होनी चाहिए कि रेखा पर स्याही फैल जाय और न इतनी सूखी ही हो कि सही मोटाई की एक रेखा के स्थान पर दो महीन रेखाएँ खिंच जायें। फिर भी, जब प्रविधि में दक्षता प्राप्त हो जाय तो इस कलम से साफ़ रेखाएँ खिंचती हैं और रेखाओं द्वारा छाया करने में यह बड़ी उपयोगी होती है (देखिये अ० सं० 2)। किन्तु जहाँ पर किनारे की एक मोटी रेखा बनानी हो, वहाँ दो समांतर रेखाएँ खींचकर फिर उनके मध्य के स्थान को महीन तूलिका से भरना अधिक अच्छा रहता है।

अभ्यास होने पर **क्विल-कलमों** (Quill-pens) अर्थात् पंखलेखनियों से अक्षर-लेखन किया जा सकता है। "जिसने क्विल काट कर कलम बनाना सीख लिया है वह फिर कभी भी इस्पात की कलम से सन्तुष्ट नहीं होगा...।"[1] सामान्यत: कलहंस (Goose) या टर्की पक्षी की क्विल (पिच्छाक्ष) काम में लायी जाती है। इनमें से पहिली अधिक लचीली व टिकाऊ होती है और दूसरी अधिक दृढ़ होती है। बहुत महीन काम के लिए बतख़ या कउवे की क्विल प्रयोग की जा सकती है, किन्तु बड़े कार्यों के लिए, जैसे कि दीवाल के मानचित्र, नड या बेंत का उपयोग करते हैं। मनचाहे आकार की निब बनाने के लिए क्विल को तेज़ चाकू से बड़ी सफ़ाई से काटना होता है। इस कार्य को सफलता पूर्वक करने तथा मानचित्रक की व्यक्तिगत रुचि की कलम काटने के लिए बहुत अभ्यास व प्रयोग की आवश्यकता होती है। क्विल में स्याही भरने के लिए पूरक का उपयोग करना चाहिए। क्विल-कलमों से सबसे बड़ा लाभ यह है कि अक्षरलेखन तीव्र गति से होता है; इस कलम को केवल एक बार चलाने से ही अक्षर बन जाता है क्योंकि कलम पर आवश्यकतानुसार दबाव घटाते-बढ़ाते रहने से ही रेखा पतली-मोटी होती जाती है तथा मोटाई उत्पन्न करने के लिए रेखा को सँवारते रहना आवश्यक नहीं होता (देखिये अ० सं० 3)।

फ़ाउन्टेन-पेन ड्राइंग यन्त्र : महाद्वीपीय यूरोप में बने, Graphos नामक ड्राइंग यन्त्र का चलन इंगलैण्ड में भी हो गया है और यह यन्त्र एक महान वरदान सिद्ध हुआ है,

---

1. G. Hewitt, *Lettering*, पृ० 251 (लन्दन, तिथिरहित)।



चित्र 2—ड्राइंग के यंत्र

विशेषकर विद्यार्थी-मानचित्रक के लिए। इसमें एक होल्डर होता है जिसमें एक स्याही-भरनी (Ink-feed) अर्थात् स्याही रखने का भाग होता है जिसे स्याही की कारतूस में से पिपेट के द्वारा स्याही लेकर भरते हैं। इसके होल्डर में से एक भरण-वाहिनी (Feed-duct) आगे निकली रहती है जो एक धातु के बेलन से सुरक्षित रहती है। इसमें निब की जिह्वा घुसाने के लिए खाँचा बना रहता है तथा निब को सरलता मे फिसला कर सही स्थिति में किया जा सकता है। कठोर इस्पात की निबें अनेक प्रकार की मिलती हैं, जिनमें महीन व मोटी रेखांकन निब, स्टेंसिल से अक्षरलेखन के लिए नली-रूपी निब, चौकोर सिरे की रेखाओं के लिए तिरछी-कटी निब, गोल सिरे की रेखाओं के लिए गोल निब तथा मुक्त-हस्त कार्य के लिए महीन ड्राइंग निब, सम्मिलित हैं। इस एक ही यन्त्र से मानचित्रक अपना लगभग सभी प्रकार का रेखा-कार्य तथा अक्षरलेखन, निब बदलने के अतिरिक्त बिना किसी कष्ट के, कर सकता है (चित्र 2, क्रम 6)।

अन्य यन्त्रादि

समय-समय पर कुछ अन्य प्रकार के ड्राइंग व ज्यामितीय यन्त्र भी उपयोगी होते हैं। कम से कम एक परकार (जिसमें पेन्सिल तथा रेखांकन-कलम दोनों लगी हों तो अच्छा होगा), विभाजनी (Dividers), सेलुलॉइड का एक बड़ा सेट्-स्क्वेयर जिसकी कोरें स्याही के कार्य के लिए प्रवणित हों, एक कोणमापक या चाँदा (Protractor), किनारे बनाने के लिए लकड़ी का एक T-स्क्वेयर, इस्पात की एक सीधी-कोर, कठोर लकड़ी की इंच तथा सेन्टीमीटर की मापनियाँ (Scales), सेलुलॉइड के विविध वक्र या एक समायोज्य (adjustable), लचीला वक्र तथा समांतर रेखाएँ खींचने या रेखा-छाया कार्य के लिए समांतर रूलर (Parallel rulers) आवश्यक होंगे।

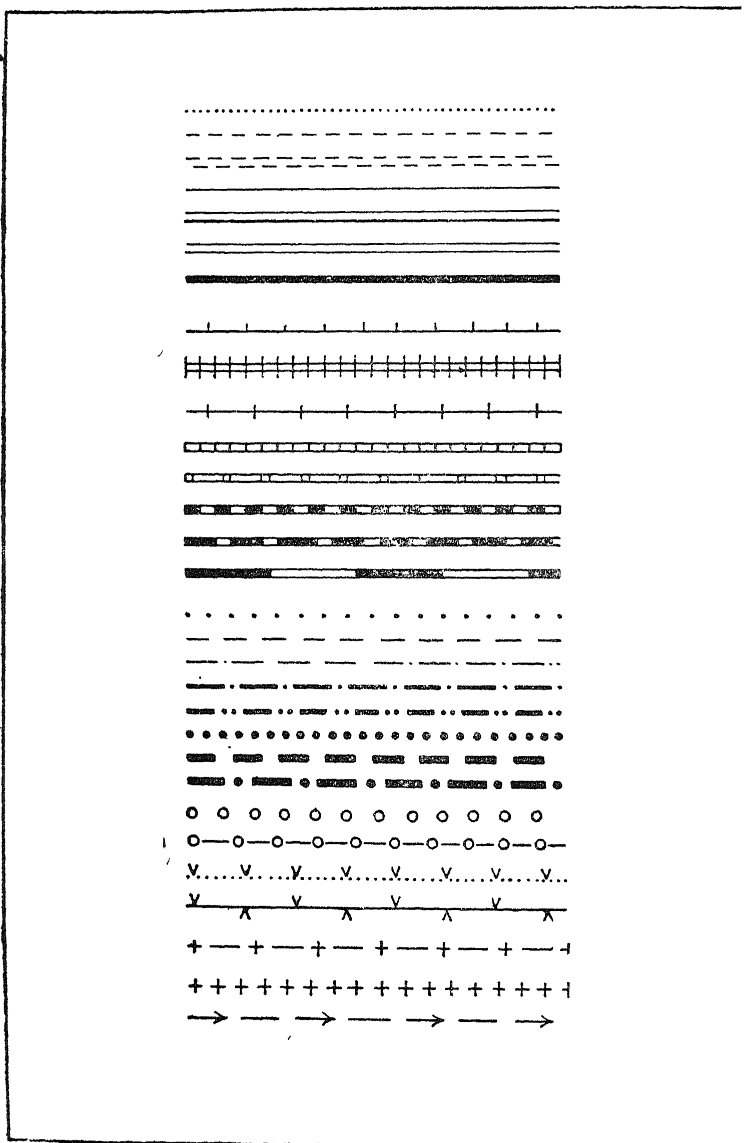
ड्राइंग-मेज़

कुछ झुकाकर रखे गये कठोर तल वाले ड्राइंग-बोर्ड पर ड्राइंग कागज़ स्थिर रखा जा सकता है। ड्राइंग-मेज़, जिसका ऊपरी तल भारी काँच का बना हो और जिसमें नीचे से प्रकाश की व्यवस्था हो, अधिक सुविधाजनक होती है। अच्छे रेखा-कार्य तथा प्रतियाँ बनाने (Copying) के लिए वास्तव में ऐसी मेज़ आवश्यक हो जाती है। इस मेज़ पर मानचित्रों को अनुरेखण-कागज़ पर सरलता से उतारा जा सकता है और पर्याप्त तेज़ प्रकाश करने पर अपारदर्शक लगने वाले ड्राइंग-कागज़ पर भी अनुरेखण कार्य किया जा सकता है। मूल मानचित्र पर से अनुरेखण-कागज को फिसलने से बचाने के लिए उस पर ड्राइंग-पिन चुभाने की अपेक्षा पट्टू-चढ़े सीसे के भार रखना अधिक अच्छा रहता है या फिर अनुरेखण-कागज़ को कोनों पर ड्राफ़्टिंग टेप (Drafting tape) की पट्टियों से चिपका कर रखा जा सकता है।

स्याहियाँ तथा रंग

भारतीय स्याही (Indian Ink)

भारतीय स्याही, महीन काजल को किसी तरल पदार्थ में मिला कर बनती है। यह



चित्र 3—रेखा के प्रकार

पगडंडियों, सड़कों, रेलमार्गों, जलमार्गों, राजनैतिक सीमाओं, विद्युत ग्रिड केबिल (Cables) तथा कृत्रिम जल-प्रणालों (Aqueducts) के संवर्गों (Categories) के लिए विविध विशिष्ट रेखाएँ प्रयोग की जाती हैं।

गहरी काली तथा पक्की होती है और इसका फ़ोटो अच्छा आता है। किन्तु यह बहुत शीघ्र सूख जाती है और मानचित्रकार को अपना रेखा-कार्य चालू रखना चाहिए। मानचित्रण के सभी कार्य को, चाहे वह अभ्यास-पुस्तिका, निबन्ध या लाइन-ब्लॉक के लिए हो, भारतीय स्याही के द्वारा समाप्त करना चाहिए क्योंकि यह बहुत साफ़ चित्र प्रस्तुत करती है। हवा लगने पर स्याही बोतल में जमने लगती है तथा शीघ्र ही सूख जाती है और यदि काम न करते समय उसमें कार्क नहीं लगा रहता तो शीघ्र ही स्याही बिगड़ जाती है। स्याही की बड़ी बोतल से छोटी शीशी को समय-समय पर भरने में मितव्ययता होती है। **स्टैन्डर्डग्राफ़** (Standardgraph) तथा रेखांकन-कलमों के लिए प्लैस्टिक की नली में आने वाली स्याही का उपयोग अधिक अच्छा रहता है। नली की तली को दबाने से उसके चंचु में से स्याही सही तरलता में तथा मनचाहे परिमाण में निकलती है।

पानी के रंग (Water Colours)

यदि चतुरायी से काम लिया जाय तो पानी के रंगों की सहायता से मानचित्रण-पुस्तिका तथा निबन्ध के मानचित्र को अधिक स्पष्ट बनाया जा सकता है। इसके लिए नली तथा टिकिया में आने वाले पानी के रंग या ऐनिलीन रंजक-चूर्णों (Aniline powder-dyes) का उपयोग किया जा सकता है। अनेकों सेबिल ब्रुश की तूलिकाओं की आवश्यकता पड़ती है जिनमें रंग भरने के लिए मोटी एवं सूक्ष्म काम के लिए पतली तूलिकाएँ आती हैं। भारतीय स्याही से विस्तृत भागों को काला करने या दोहरी रेखाओं के बीच के भाग भरने के लिए एक तूलिका रखनी चाहिए। ब्लॉक बनवाने के चित्रों पर बेकार रेखाओं को सफ़ेद पेन्ट से ढक देने के लिए एक अन्य तूलिका को सुरक्षित रखना चाहिए। एक तीसरी तूलिका की आवश्यकता होती है रंगीन पक्की स्याही से रंगने के लिए। इस बात पर ज़ोर देना आवश्यक होगा कि तूलिकाओं और पेन्टों को काम समाप्त होने पर गर्म पानी से अच्छी तरह धोकर पूर्णतया साफ़ कर लेना चाहिए।

अन्य रंग

चित्रांकनियाँ (Crayons) अर्थात रंगी हुई खड़िया की पेन्सिलें, तथा रंगीन पेन्सिलें कभी-कभी अभ्यासों को रंगने के लिए उपयोगी होती हैं किन्तु पानी के रंगों की तुलना में इनका कार्य सामान्यतः अपरिष्कृत दिखता है। रेखा-कार्य में रंगीन पक्की स्याहियाँ सहायक होती हैं (उदाहरणार्थ, नदियों के लिए नीली तथा रेल मार्गों के लिए लाल)। यदि रंगने के लिए छोटे से क्षेत्र हों तो इन स्याहियों को तूलिका से लगाया जा सकता है किन्तु बड़े क्षेत्र पर स्याही से एक-सा रंग करना बहुत कठिन होता है।

ड्राइंग के माध्यम

नोट-बुक तथा फ़ोल्डर (Note Books and Folders)

यदि विद्यार्थी कुछ क्रमबद्ध अभ्यास कर रहा हो तो स्पष्ट है कि इन अभ्यासों को व्यवस्थित करके स्थायी रूप में प्रस्तुत करना वांछनीय होगा। यह तीन प्रकार से किया जा

सकता है : एक जिल्द-बँधी नोट-बुक, एक ढीले-पृष्ठों वाली नस्ती (Loose-leaf file), या एक बड़ा लिफ़ाफ़ा अथवा फ़ोल्डर के रूप में। प्रत्येक के अपने गुण हैं।

नोट-बुक की जिल्द मज़बूत होनी चाहिए तथा सिलाई के स्थान पर ऐसी व्यवस्था होनी चाहिए कि बीच में ड्राइंग के पृष्ठ चिपकाये जा सकें और उनके बीच में ग्राफ़ तथा लिखाई के कागज़ भी रहने चाहिए। लिखित अभ्यास, परिकलन, विधियों पर टिप्पणियाँ तथा विविध ग्राफ़ एवं आरेख को लिखना या बनाना सीधे इसी पुस्तिका में किया जा सकता है। ड्राइंग कागज़ पर बने मानचित्र गोंद की सहायता से इसमें चिपकाये जा सकते हैं; इन्हें आवश्यक हो तो एक या अधिक सुरक्षित मोड़ दिया जा सकता है। एक ऐसी नोट-बुक जिसमें सप्ताह प्रति सप्ताह किये गये अभ्यासों की एक श्रेणी को सावधानी से संग्रह किया गया हो, मानचित्रण की विधियों की एक अत्यन्त उपयोगी व आकर्षक सन्दर्भ पुस्तक बन जायेगी।

ढीले पृष्ठों की नस्ती का आवरण सुदृढ़ तथा उसे बाँधने की व्यवस्था अच्छी होनी चाहिए। मानचित्रण के विविध माध्यमों (Media) पर बनाये गये विभिन्न आकार के चित्रों को ऐसी नस्ती में सुविधापूर्वक संकलित किया जा सकता है और इनके क्रम को जब चाहें बदला भी जा सकता है। यदि अभ्यास बड़े किन्तु संख्या में कम रहने हों तो उनके लिए एक सुदृढ़ बड़ा लिफ़ाफ़ा ही कदाचित सबसे उपयोगी होगा। या फिर ऐसे मानचित्रों को एक फ़ोल्डर में रख सकते हैं जो दफ़्ती के दो पत्रों को एक सिरे पर, चिपकने वाले कपड़े की पट्टी से, जोड़ कर तथा खुले किनारों को फ़ीते से सुरक्षित करके बनाया गया हो।

ड्राइंग तथा अनुरेखण-कागज़

स्थायी रखने के लिए सभी मानचित्र कार्य का समापन **ड्राइंग कागज़** पर होना चाहिए किन्तु जिस चित्र की आगे चल कर प्रतियाँ बननी हैं उसे अनुरेखण-कागज़ पर बनाना पर्याप्त होगा। जैसा कार्य हो उसके अनुसार साधारण कार्टिज-कागज़, अथवा मशीन से दबा मैट (Matt) धरातल का कागज़, या ब्रिस्टल बोर्ड (Bristol Board) जैसा पतला कार्ड काम में लाया जा सकता है। अधिक सस्ते कागज़ों पर न तो रबड़ का बहुत उपयोग ही हो सकता है और न ही पानी के रंगों को उन पर समान रूप से फैलाया जा सकता है।

अनुरेखण-कागज़ बहुत सी किस्मों के बनते हैं; अच्छा कागज़ दृढ़, चिकने मैट के धरातल वाला तथा चमकहीन और बहुत पारभासी होता है। **गेटवे** (Gateway) जैसा सम्पूर्ण 'रैग-बेस' (Rag-base) कागज़ अधिकांश मानचित्र कार्य के लिए आदर्श अनुरेखण-कागज़ है। यह कागज़ किस कोटि का है यह उसके भार से व्यक्त होता है; जैसे कि 50 ग्राम का कागज़ हल्का तथा पतला होता है जब कि 150 ग्राम वाला कागज़ लगभग चर्मपत्र (Parchment) कोटि जैसा, भारी होता है। यह विशेष कागज़ सभी भारों में बहुत पारभासी होता है। ब्लॉक बनवाने के लिए मानचित्रों को भारतीय स्याही से सीधे अनुरेखण-कागज़ पर बनाया जा सकता है। अनुरेखण के द्वारा प्रति बनाने का कार्य तथा कोई भी परिवर्तन व मिटाने का कार्य कार्ड की अपेक्षा इस कागज़ पर अधिक सरलता से किया जा

सकता है। किन्तु अनुरेखण-कागज़ बहुत अधिक फैल जाते हैं, विशेषकर नमी के दिनों में, और यदि दो-रंगे ब्लॉक बनवाने के लिए चित्रण करना हो तो सही नाप रखने का विशेष ध्यान रखना चाहिए। परीक्षण के द्वारा ज्ञात हुआ है कि आपेक्षिक आर्द्रता में 40 प्रतिशत के परिवर्तन से प्रत्येक दिशा में 2 प्रतिशत आकार परिवर्तन उत्पन्न हो सकता है। ये कागज़ जल्दी फटते हैं, अत: अनुरेखणों के किनारों को किसी प्रकार के चिपकने वाले फ़ीते से सुरक्षित कर देना चाहिए; एक विशेष कपड़े के फ़ीते से किनारों को सुदृढ़ करने के लिए एक छोटी-सी मशीन का उपयोग किया जा सकता है।

महीन अधिचित्रों के लिए भी अनुरेखण-कागज़ उपयोगी होता है। उदाहरणार्थ, शैल दृश्यांशों के अनुरेखण को स्थलाकृतिक मानचित्र पर, किसी महत्वपूर्ण सम्बन्ध को स्पष्ट करने के लिए, अध्यारोपित किया जा सकता है (देखिये अ० सं० 4)।

अन्य विविध माध्यमों को, जैसे कि चर्मपत्र (Vellum), सेलोफ़ेन, अनुरेखण-कपड़ा तथा लिनेन या मलमल पर चढ़ाया हुआ ड्राइंग-कागज़, व्यवसायी मानचित्रक कुछ विशिष्ट कार्यों के लिए प्रयोग करते हैं।

प्लैस्टिक माध्यम : आजकल मानचित्रण-कार्य के लिए प्लैस्टिक के विविध पदार्थ मिलते हैं। इनमें आकार का स्थायित्व उच्च कोटि का होता है तथा रंग-भरे महीन अधिचित्रों के लिए ये विशेष उपयोगी होते हैं जिससे कि आकार की परम शुद्धता निश्चित हो जाय। ऐसा एक माध्यम **पर्माट्रेस** (Permatrace) है जो उसी कच्चे माल से बनता है जिससे आई० सी० आई० (I. C. I.) की **मेलीनेक्स** (Melinex) नामक प्लैस्टिक की फिल्म बनायी जाती है। यह बहुत अधिक पारभासी होता है और अधिक तापान्तर में भी इसमें बड़ा स्थायित्व रहता है। परीक्षणों से ज्ञात हुआ कि पर्माट्रेस के 40 इंच लम्बे पृष्ठ में, 20° फ़० ताप के आकस्मिक परिवर्तन से जो आकार-भिन्नता उत्पन्न होगी वह पेन्सिल की एक महीन रेखा से कम चौड़ी होगी; इसके निर्माता का वास्तव में यह दावा है इसमें प्रति 1° फ़० परिवर्तन के केवल 0.000015 इंच रेखीय प्रसरण गुणांक (Coefficient of linear expansion) है। यह पदार्थ चिकने मैट धरातल वाला होता है तथा पेन्सिल, स्याही व रंग सभी के लिए समानत: उपयुक्त होता है। यदि स्याही से बने विस्तृत क्षेत्रों का ब्लॉक बनना है तो यह विशेष सहायक होता है, क्योंकि यह पूर्णतया समतल रहता है और इसमें लेशमात्र भी मोड़ नहीं उत्पन्न होते जो कि अनुरेखण कागज़ में अवश्य ही पड़ जाते हैं। नम किये हुए कपड़े या ऐसे ही किसी पदार्थ से इस पर से पेन्सिल या स्याही के चिह्न को सरलता से पोंछ कर साफ़ किया जा सकता है। अमेरिका में कई प्रकार के प्लैस्टिक के पृष्ठ बनाये जाते हैं जैसे कि **विनिलाइट** अर्थात् मद्यलिन, **कापीराइट** तथा **डाइराइट** (Vinylite, Copyrite and Dyrite)। इनमें से एक ऐसा प्रकार भी होता है जिसमें प्लैस्टिक के दोनों पृष्ठों पर कागज़ चढ़ा रहता है।

ग्राफ़-कागज़

यह संस्तुति की गयी है कि मानचित्रण-पुस्तिका के बीच-बीच में अंकगणितीय ग्राफ़-कागज़ लगे हों जो कि, अच्छा हो यदि, इंचों तथा दशमलव इंचों में रेखांकित किये गये हों।

2

ऐसी दशा में विविध प्रकार के ग्राफ़ों को सीधे इस पुस्तिका में खींचना सम्भव होगा। कभी-कभी किसी अधिक बड़े पृष्ठ को दो या अधिक परतों में मोड़कर पुस्तिका में लगाना पड़ सकता है।

यदि परिवर्तन की दर को आलेखित करना है तो अर्ध-लघुगणकीय ग्राफ़-कागज़ की, जिसमें क्षैतिज अंकगणितीय मापनी-रेखांकन तथा ऊर्ध्वाधर लघुगणकीय मापनी-रेखांकन सम्मिलित होते हैं, आवश्यकता पड़ सकती है (देखिये अ० सं० 5)। यह कागज़ चक्रों की श्रेणी में प्राप्य है और इस पर 10 की वांछित घातों में मापनी अंकित की जा सकती है। अतः पाँच-चक्रीय कागज़ में निम्नतम चक्र 1 से 10, दूसरा 10 से 100, तीसरा 100 से 1,000, चौथा 1,000 से 10,000 तथा पाँचवाँ 10,000 से 100,000 हो सकता है। यदि और बड़ी संख्याएँ आवश्यक हों तो न्यूनतम चक्र 10,000 या 100,000 से आरम्भ हो सकता है। बारंबारता ग्राफ़ों के लिए कभी-कभी दोनों ओर के लघुगणकीय कागज़ (अर्थात् जिसमें क्षैतिज तथा ऊर्ध्वाधर दोनों मापनियाँ लघुगणकीय हों) के पत्रकों की आवश्यकता पड़ सकती है।

वृत्तीय ग्राफ़-कागज़ : कुछ प्रक्षेपों, पवनारेखों (Wind-roses) तथा जलवायु एवं मानव कार्य के ऋतु-सम्बन्धी वितरण को दिखलाने वाले आरेखों के बनाने के लिए वृत्तीय ग्राफ़-कागज़ अति उपयोगी सिद्ध हो सकता है। **प्रतिशत वृत्तीय ग्राफ़-कागज़**, जिसमें वृत्त सौ खण्डों में विभाजित रहता है, विभाजित वृत्तों के शुद्ध तथा शीघ्र आलेखन के लिए सुविधाजनक होता है (देखिये अ० सं० 6)। **त्रिभुजाकार ग्राफ़-कागज़** का तीन चरों (Variables) के आलेखन में उपयोग किया जा सकता है, जैसे की जलवायु के तीन सम्बन्धित पक्षों का आलेखन। एक अन्य प्रकार के ग्राफ़-कागज़ पर, जिसे **घनीय** (Isometric) कहते हैं, ब्लॉक आरेख जैसे त्रिविम चित्रों को बिना कोणीय मापन के बनाया जा सकता है (चित्र 52)।

प्रायिकता ग्राफ़-कागज़ प्रसामान्य प्रायिक बंटन के आलेखन का अमूल्य साधन है तथा इसका उपयोग बारंबारताओं की किसी भी श्रेणी के लिए किया जा सकता है, जैसे कि भूआकृति विज्ञान (Geomorphology) में ढाल के आँकड़े, तापमान तथा वर्षा के आँकड़े (देखिये अ० सं० 7) तथा जनसंख्या की वृद्धि। अंकगणितीय प्रायिकता ग्राफ़-कागज़ में एक ऊर्ध्वाधर कोटि (Ordinate) अंकगणित मापनी होती है तथा क्षैतिज भुज (Abscissa) मापनी पर 'प्रसामान्य' (Gaussian) वितरण का फलन, जो कि 0.01 से 99.99 तक प्रतिशत मानों में होता है, दर्शाया जाता है। उपयोग में आने वाले आँकड़ों को प्रतिशत में बदल देते हैं और उन्हें संचयी रूप में सारणीबद्ध करते हैं। ग्राफ़-कागज़ की कोटि पर अन्तरण के समायोजन से किसी भी प्रसामान्य प्रायिकता वितरण के द्वारा बिन्दुओं की एक सीधी ढालू रेखा उत्पन्न होगी। इन मानों के आलेखन के बाद उनमें से होकर एक सीधी संतत रेखा खींची जा सकती है। इस रेखा का उपयोग जनसंख्या की भावी वृद्धि के पूर्वानुमान आदि कार्यों के लिए किया जा सकता है और इसकी सहायता से प्रसामान्यता से सार्थक विचलनों (Significant deviations from normality) को भी ज्ञात किया जा

सकता है। कभी-कभी यदि परिवर्तन की दर दिखलानी हो तो लघुगणकीय प्रायिकता ग्राफ़-कागज़ की आवश्कता हो सकती है, जिसमें कोटि के लिए अंकगणित के बजाय लघुगणक-मापनी का उपयोग होता है।[1]

मानचित्र संकलन

सामान्य लक्षण

किसी भी मानचित्र या आरेख के लिए, चाहे उसे कोई विद्यार्थी अपने अभ्यास के लिए या कोई लेखक अपने प्रबन्ध को समझाने के लिए बनाता हो, यह आवश्यक है कि उसका एक प्रारम्भिक प्रारूप संकलित किया जाय। मानचित्रकार को अपने मानचित्र के लक्ष्य या उपयोग पर, स्रोत पदार्थ पर, जिससे उसे बनाना है तथा सबसे असाधारण व प्रभावशाली विधि पर, जिसका उपयोग करना है, विचार करना होता है। वह अपने मानचित्र की आधार-रूपरेखा, मापनी, तैयार मानचित्र के आकार अथवा वांछित लघुकरण का ध्यान-पूर्वक चुनाव करता है। प्राय: ऐसा होता है कि एक मानचित्र जो अपने मूल रूप में स्पष्ट तथा आकर्षक होता है, छोटा होने के पश्चात् निराशाजनक हो जाता है; या तो यह कम छोटा किये जाने पर अपरिष्कृत तथा खाली-खाली-सा लगता है या फिर (जैसा कि प्राय: होता है) अति छोटा किये जाने पर पढ़ने योग्य नहीं रह जाता। जैसा की वी० सी० फिंच ने लिखा है, "भौगोलिक पत्रिकाओं के सम्पादकीय अधिकारी वर्ग दु:ख के साथ अनुभव करते हैं कि कितने ही सुन्दर हस्तचित्रित मानचित्र तथा आरेख मुद्रण कार्य में लगभग न सुलझने वाली समस्याएँ उपस्थित करते हैं क्योंकि उनके लेखकों ने पुनरुत्पादन के लिए चित्रण कार्य में मापनी तथा समानुपात के तत्वों को समझने में भूल की है।"[2] यद्यपि किसी भी कोटि तक लघुकरण के लिए उपयुक्त अक्षरों का आकार, रेखाओं की मोटाई तथा छायाकरण की सघनता का मानकीकरण सम्भव है, किन्तु प्राय: यह आवश्यक होता है कि एक बार वास्तविक परीक्षण कर लिया जाय। फोटोग्राफ़ीय विधि से लघुकरण किया जा सकता है अथवा जब बहुत बड़ी संख्या में मानचित्र बनाने हों तो परीक्षण के लिए ब्लॉक बनवा लेना भी

---

1. निम्नलिखित उपयोगी हैं: (1) F. E. Croxton तथा D. J. Cowden, *Applied General Statistics*, पृ० 458-61 न्यू यार्क तथा लन्दन, 1939, (कई संस्करण), विशेषकर जनसंख्या के आँकड़ों के विषय में; (2) H. Landsberg, *Physical Climatology*, पृ० 76-80 (डूबॉय, पेन०, 1960), जलवायु-वैज्ञानिक आँकड़ों के विषय में; और (3) A. N. Strahler, 'Statistical Analysis in Geomorphic Research', *Journal of Geology*, अंक 62, पृ० 7-9 (शिकागो, 1954)। W. Heffer and Sons (कैम्ब्रिज) द्वारा प्रकाशित *The Chartwell List of Graph Data Sheets* में विविध प्रकार के ग्राफ़-कागज़ों को चित्रों के द्वारा समझाया गया है।
2. V. C. Finch, 'Training for Research in Economic Geography', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 34, पृ० 207 (लंकॉस्टर, पे०, 1944)।

उचित हो सकता है। यह याद रखना चाहिए कि लघुकरण की मात्रा को रेखीय इकाइयों में, न कि क्षेत्रीय इकाइयों में, व्यक्त करते हैं, अर्थात् 10 इंच लम्बा और 5 इंच चौड़ा मूल मानचित्र आधा हो जाने पर 5 इंच लम्बा और $2\frac{1}{2}$ इंच चौड़ा रह जायेगा। यदि मानचित्र की आकृति बेडौल हो तो उसका नियंत्रण करने वाली सही विमा को पहिचान लेने में संग्रहकर्ता को सावधान रहना चाहिए; अतः एक मूल मानचित्र जो 16 इंच लम्बा व 8.2 इंच चौडा है और उसे 4.1 इंच चौडाई का छोटा करना है तो वह 7 इंच लम्बे तथा 4.1 इंच चौड़े पृष्ठ के लिए अधिक लम्बा होगा। ऐसी दशा में लम्बाई के लिए 7 इंच का चिन्ह लगाना चाहिए, चाहे इस प्रकार बनने वाला ब्लॉक पृष्ठ की चौड़ाई से कुछ सँकरा हो जाये। सामान्य तरीके में किसी भी ब्लॉक को पृष्ठ के वास्तविक आकार से छोटा बनाना चाहिये जिससे कि शीर्षक तथा अनुशीर्षक के लिए स्थान बच रहे।[1]

मानचित्र का सही सन्तुलन प्राप्त करना कभी-कभी कठिन होता है, विशेषकर जबकि उसकी आकृति बेडौल हो। कुंजी-चौखटा या की-पेनल (Key-panel), मापनी-रेखा, तथा कारतूस (Cartouche) के लिए सबसे सुविधाजनक स्थान निर्धारित किये जाते हैं (देखिए अ० सं० 8)। संकलनकर्ता रेखा की मोटाइयों, विन्दुचित्रण (Stipples), रेखा-छायाकरण तथा प्रतीकों और अक्षर-लेखन के आकार-प्रकार का अपने अनुभव के आधार पर सही चुनाव करता है। यह ध्यान रखना चाहिए कि मानचित्र में इतना अधिक ब्यौरा (details) न भर दिया जाय जो मुख्य विषय वस्तु (theme) को दुर्बोध कर दे।

प्रथम पेन्सिल प्रारूप (Pencil draft) को सामान्यतः सावधानी से तैयार करना चाहिए, चाहे उसे बाद में स्याही से पूरा करना हो या उसे एक शुद्ध प्रति के रूप में प्रयोग करना हो, जिससे अन्तिम अनुरेखण किया जा सके। जब किसी पेन्सिल चित्रण पर स्याही करनी हो तो मानचित्र को अत्यन्त कोमल साबुन जैसे (soapy) मिटाने वाले पदार्थ जैसे कि **'आर्टगम'** (Artgum) से हल्के से रगड़िये, या फिर मिटाने के पदार्थ के चूरे से मलिये, जिससे कि पेन्सिल की रेखाएँ जो कि अभी भी दिखती हों किन्तु यथासम्भव हल्की पड़ जायें और कागज को सावधानी से पोंछ दीजिए। पेन्सिल की गहरी रेखाओं पर भारतीय स्याही कभी नहीं लगानी चाहिए क्योंकि इससे स्याही की रेखाओं की स्थिरता तथा स्थायित्व को बहुत नुकसान पहुँचता है। यहाँ यह उल्लेखनीय है कि जब मानचित्र का प्रत्यक्ष स्रोत से अनुरेखण किया जा रहा हो तब प्रारम्भिक पेन्सिल चित्रण बनाने से कोई लाभ नहीं होता। इससे समय का व्यय दुगना ही नहीं हो जाता, किन्तु छोटी त्रुटियों की सम्भावना भी बढ़ जाती है। इसके बदले, प्रकाशमान अनुरेखण-मेज का उपयोग करके, मानचित्र को सीधे स्याही के द्वारा बनाइये; पेन्सिल की वही रेखाएँ आवश्यक होंगी जो अक्षर लेखन की मार्गदर्शक रेखाएँ हों।

---

1. A. B. Clough का 'The Preparation of Maps and Illustrations for Geographical Articles and Theses', *Scottish Geographical Magazine*, अंक 50, पृ० 77-82 (एडिनबरा, 1934) इस विषय पर एक रोचक सामान्य लेख है।

आधार-मानचित्र (Base-Maps)

आधार-मानचित्र एक रूपरेखी मानचित्र होता है जिसका उपयोग सूचनाओं के आलेखन में करते हैं। इसमें तटरेखा तथा सीमा, अथवा बृहत या लघु प्रशासनिक विभाग, समोच्च रेखाएँ, खेतों की सीमाएँ, या प्राकृतिक अपवाह प्रतिरूप बने होते हैं। इन रूपरेखाओं को स्थलाकृतिक मानचित्रों से या मानचित्रावलियों से लिया जा सकता है तथा कभी-कभी ये राष्ट्रीय भौगोलिक संस्थानों तथा अन्य संगठनों से उपलब्ध होती हैं।[1]

किसी विशिष्ट अभ्यास के लिए एक कक्षा को रूपरेखाओं की प्रतिलिपियाँ बाँटी जा सकती हैं, और जो अनुसन्धानकर्त्ता एक ही आधार पर अनेक वितरणों को आलेखित करना चाहे वह भी इनका उपयोग कर सकता है।

मानचित्र-परीक्षण (Map-Checking)

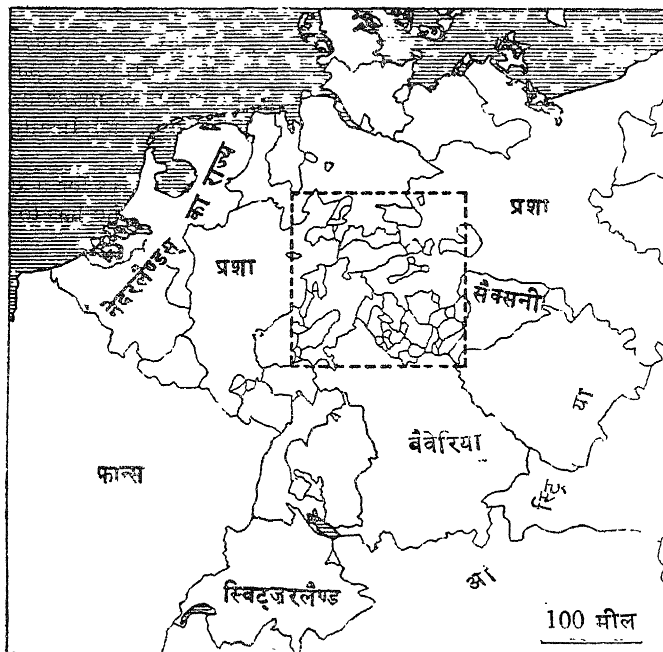
पूरा होने पर सभी मानचित्रों का सूक्ष्मता से परीक्षण करना चाहिए। संग्रहकर्त्ता को चाहिए कि यदि सम्भव हो तो एक या अधिक ऐसे आलोचकों से सहायता ले जिनके लिए वह मानचित्र नवीन हो, क्योंकि स्वयं उस मानचित्र से परिचित रहने के कारण उसकी सबसे प्रत्यक्ष त्रुटियों पर अक्सर उसका ध्यान नहीं जायेगा। परीक्षण का कार्य क्रमबद्ध होना चाहिए; हिज्जे, रेखा-कार्य, छाया-कार्य, कुंजी, मापनी-रेखा, सबको क्रम से जाँचना चाहिए। उसी समय अनुशीर्षक को जाँचना चाहिए कि उसमें शीर्षक, स्रोत या आभारोक्ति तथा व्याख्यात्मक टिप्पणियाँ ठीक हैं।

निर्देशीय-मानचित्र (Key-Maps)

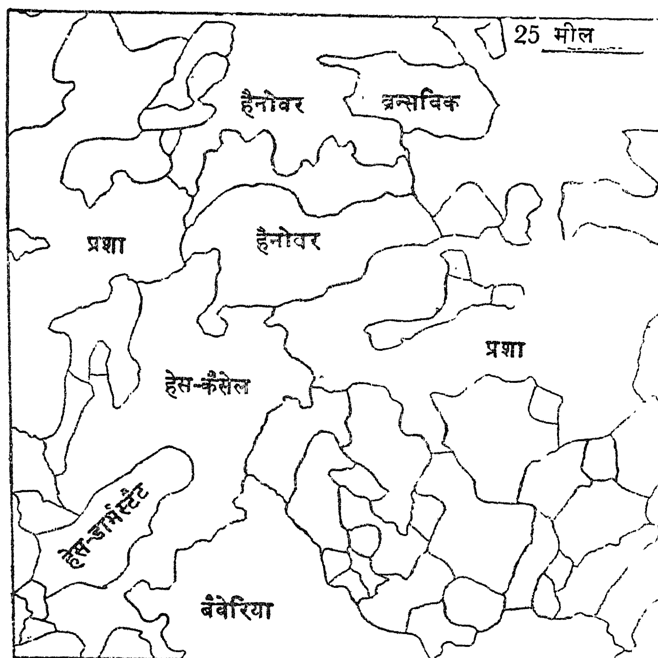
निबन्ध या प्रकाशित प्रबन्ध के लिए जब मानचित्रों की एक श्रेणी तैयार हो जाये तब मानचित्रों को मूल पाठ (text) में उनके प्रथम सन्दर्भ के क्रम में सावधानी से संख्या देना चाहिए तथा विषय-सारणी में उनके शीर्षकों की एक सूची सम्मिलित करनी चाहिए। विभिन्न मानचित्रों की स्थिति ज्ञात करने के लिए प्रायः यह उपयोगी होता है कि मूल पाठ के प्रारम्भ या अन्त में एक निर्देशीय-मानचित्र दिया जाये। अतः किसी सम्पूर्ण तट के छोटी मापनी वाले मानचित्र पर एक दर्जन बड़ी मापनी वाले तटीय मानचित्रों की स्थिति इस प्रकार दर्शायी जा सकती है कि उनमें से प्रत्येक के लिए मापनी अनुसार एक आयत बनाया जाय तथा उसे क्रमागत संख्याओं के अनुसार क्रमांक दिया जाय। इसी प्रकार पूरी काउन्टी के मानचित्र पर प्रकीर्ण ग्रामीण मानचित्रों की किसी श्रेणी का स्थान निर्धारित किया जा सकता

---

1. उदाहरण के लिए, Institut de la Statistique et des Etudes Economiques (Ministére de l' Economie National Paris) ने *Régions Géographiques d' Economie National* शीर्षक का एक आधार मानचित्र 1:600,000 की मापनी पर प्रकाशित किया है। यह मानचित्र विशेषकर सांख्यिकीय आलेखन में आधार-मानचित्र की भाँति उपयोग के लिए तैयार किया गया था।



नैदरलैण्ड्स का राज्य
प्रशा
प्रशा
सैक्सनी
बैवेरिया
फ्रान्स
स्विट्ज़रलैण्ड
100 मील



25 मील
हैनोवर
ब्रन्सविक
प्रशा
हैनोवर
प्रशा
हेस-कैसेल
हेस-डार्मस्टैट
बैवेरिया

है। यदि प्रबन्ध विस्तारपूर्ण हो और उसमें बहुत प्रकीर्ण क्षेत्रीय उदाहरण दिये गये हों तो यह तरीका सामान्य पाठक के लिए विशेष रूप से सहायक होगा।

मापनी तथा मापनी-रेखाएँ

परिभाषाएँ

उपयोग होते-होते 'मापनी' (मापक) शब्द से दो पृथक अर्थों में काम लिया जाने लगा है। सर्वप्रथम, यह मानचित्र पर किन्हीं दो स्थानों की दूरी का भूमि पर संगत दूरी के साथ सम्बन्ध बतलाती है, जिसे 'एक इंच प्रति मील' जैसे शब्दों में या 1/63,360 की भाँति निरूपक भिन्न (Representative fraction) {नि० भि० (R. F.)} के रूप में व्यक्त करते हैं।

उपयोगी निरूपक भिन्न परिवर्तन

नि० भि० 1/···	मील प्रति इंच	इंच प्रति मील	कि० मी० प्रति से० मी०	से० मी० प्रति कि० मी०
दस लाख	15·78	0·0634	10·0	0·1
633,600	10	0·1	6·336	0·1578
500,000	7·891	0·127	5·0	0·2
253,440	4·0	0·25	2·534	0·395
126,720	2·0	0·5	1·267	0·789
100,000	1·578	0 6336	1·0	1·0
63,360	1·0	1·0	0 6336	1·578
50,000	0 789	1·267	0·5	2·0
25,000	0·395	2 534	0·25	4·0
10,560	0·167	6·0	0·1056	9·468
10,000	0·158	6·336	0·1	10·0
2,500	0·0395	25·34	0·025	40·0
1,250	·0198	50·69	0·0125	80·0

दूसरे अर्थ में उपयोग करने पर मापनी (मापक) शब्द एक मापनी-रेखा को व्यक्त करता है जिसकी सहायता से मानचित्र पर की दूरियाँ प्रत्यक्ष नापी जा सकती हैं तथा भूमि पर की दूरियों के रूप में पढ़ी जा सकती हैं। सभी मानचित्रों में रेखीय-मापनी होनी चाहिए।

मानचित्र का संकलन करते समय, मानचित्र की मापनी को निश्चित करना प्रथम आवश्यकता होती है। स्पष्ट है कि कितनी भूमि को प्रदर्शित करना है तथा कितना बड़ा

चित्र 4-5—मापनी का विवर्धन (Enlargement of Scale) एक समकालीन मानचित्र, The German confederated states (London, 1839) पर आधारित।
ऊपर के मानचित्र में टूटी हुई रेखा से सीमाबद्ध जटिल भाग नीचे के मानचित्र में चार गुनी बड़ी मापनी पर दर्शाया गया है। इस विवर्धन से यह सम्भव हो जाता है कि सन्दर्भ के लिए इसके अन्दर कुछ राज्यों के नाम लिख दिये जायें।

कागज़ उपलब्ध है, इन्हें ध्यान में रखा जाये। किसी मानचित्र में कितना अधिक ब्यौरा दर्शाया जा सकता है, यह स्पष्टत: उसकी मापनी का एक फलन होता है, क्योंकि छोटी मापनी के मानचित्र की तुलना में बड़ी मापनी का मानचित्र एक छोटे क्षेत्र को अधिक विस्तार से दिखलायेगा। अत:, चित्र 5 में नीचे वाला मानचित्र ऊपर वाले चित्र 4 के एक भाग का विवर्धन है जो राज्य की सीमाओं के उलझे हुए प्रतिरूप की जटिलता को स्पष्ट करने के प्रयास में बनाया गया है; नीचे वाले मानचित्र की मापनी ऊपर वाले की से चार गुनी बड़ी है।

यदि मूल मानचित्र को, निबन्ध के लिए या लाइन-ब्लॉक बनाने के लिए, फ़ोटो विधि से छोटा करना हो तो और भी एक उलझन उत्पन्न होती है। प्रत्येक दशा में, मापनी को मानचित्र पर रेखा-मापनी के रूप में दर्शाना चाहिए, न कि शब्दों में या नि० भि० में; स्पष्ट है कि अन्तिम दोनों ही लघुकरण से बेकार हो जायेंगे। वास्तव में रेखा-मापनी स्वत: मानचित्र के समानुपात में छोटी हो जाती है।

रेखा-मापनी के दो प्रकार होते हैं। पहिली एक परिशुद्धता से विभाजित लम्बी रेखा होती है जिसे बड़े मानचित्रों पर बनाते हैं और जिसकी सहायता से विभाजनी के द्वारा प्रत्यक्ष माप सम्भव होता है। दूसरी एक अव्यक्त छोटी रेखा होती है जो छोटे मानचित्र पर बनायी जाती है और जिससे वास्तविक दूरियों का केवल एक सामान्य आभास मिलता है किन्तु जिसका उपयोग आँख से ही एक आकस्मिक माप करने से अधिक और कुछ नहीं होना रहता है।

लम्बी रेखा-मापनियाँ

एक लम्बी रेखा-मापनी को, जिसे सामान्यत: लगभग छ: इंच लम्बी होना चाहिए, परिकलित करना तथा बनाना मानचित्रकला का एक उपयोगी अभ्यास होता है, और सम्बन्धित सिद्धान्तों को समझने में इससे सहायता मिलती है। अनुभव से कहा जा सकता है कि जब विद्यार्थियों को एक दी हुई नि० भि० को एक रेखा-मापनी में बदलने के लिए कहा जाता है तो बहुत से इतनी उलझन में पड़ जाते हैं कि जिस पर विश्वास नहीं होगा।

मान लीजिए कि 1/50,000 नि० भि० वाले एक महाद्वीपीय मानचित्र के लिए एक रेखा-मापनी बनानी है जिसमें मील दर्शाये गये हों।

महाद्वीपीय मानचित्र पर, 1 मील प्रदर्शित होता है

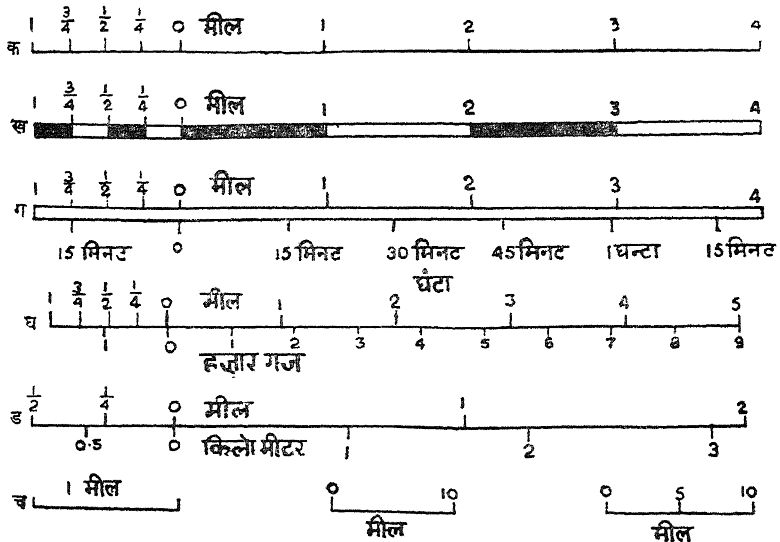
$$\frac{63,360}{50,000} = 1.2672 \text{ इंच से}$$

$\therefore$ 5 मील दर्शाने वाली रेखा की लम्बाई

$$1.2672 \times 5 = 6{\cdot}34 \text{ इंच होगी।}$$

इस रेखा को परिशुद्धता से खींचिए और फिर समरूप त्रिभुजों की विधि से इस रेखा को पाँच भागों में विभाजित कीजिये। यह ऐसे किया जाता है कि रेखा-मापनी के बाँयें सिरे पर उपयुक्त कोण बनाती हुई, पाँच इकाई लम्बी, एक रेखा खींच दी जाती है। इस रेखा के सिरे को रेखा-मापनी के दाहिने सिरे से मिला दीजिये तथा इसके समांतर रेखाएँ ऊपरी

रेखा की इकाइयों के प्रतिच्छेदों से खींचिए। इस प्रकार रेखा-मापनी स्वतः विभाजित हो जायेगी। यह परिकलित किया गया है कि भूमि पर का एक मील 1.2672 इंच से प्रदर्शित होगा और इस दूरी को विभाजनी से पाँच बार आगे बढ़ते हुए नापा जा सकता है। स्पष्ट है कि जब एक ही रेखा खींची जाती है तो नापने में एक बार त्रुटि होना सम्भव है जो विभाजन के द्वारा पाँच भागों में बँट जाती है; किन्तु जब पाँच छोटी दूरियाँ नापी जाती हैं तो मापन की त्रुटि जुड़ती जाती है और वह बिल्कुल अच्छी खासी हो सकती है। रेखा के बाएँ किनारे के विभाग को पुनः चार या आठ भागों में बाँट कर चौथाई मील या फ़र्लांग दिखलाये जा सकते हैं; इसे खुली विभाजित रेखा-मापनी कहते हैं। यदि पूरी रेखा इस प्रकार विभाजित की जाय, तो उसे पूर्णतः विभाजित रेखा-मापनी कहते हैं, किन्तु आम तौर से ऐसा आवश्यक नहीं होता। जब मापनी पर गिनतियाँ लिखनी हों तो शून्य को बाँयें किनारे से एक विभाग के बाद लिखना चाहिए जिससे कि रेखा के बायें सिरे का अंक 1 होगा तथा शून्य से दाहिनी ओर के विभागों पर 1, 2, 3 तथा 4 संख्याएँ अंकित की जायेंगी। किसी दूरी को विभाजनी से नापते समय उसकी एक नोक को शून्य के दाहिनी ओर निकटतम पूर्णांक पर रखिये जिससे कि भिन्न को शून्य से बाँयें ओर सीधे पढ़ा जा सके (चित्र 6, उदाहरण क)।



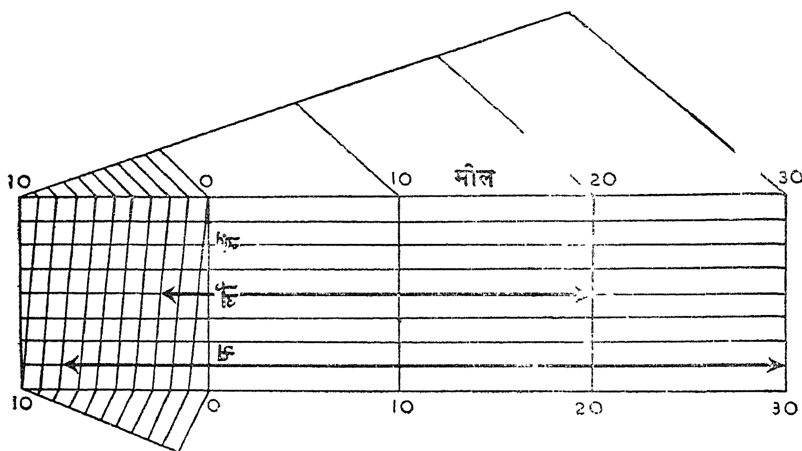
चित्र 6—रेखा-मापनियाँ

(क) खुली विभाजित रेखा-मापनी; (ख) भरी रेखा-मापनी; (ग) समय तथा प्रगति की रेखा-मापनी (समय-मापनी 3 मील प्रति घन्टा की एक समान चाल दर्शाती है) (घ), (ङ) दोहरी रेखीय-इकाई रेखा-मापनियाँ; (च) छोटी रेखा-मापनियाँ।

रेखा-मापनी को एक ही स्वच्छ रेखा के रूप में खींचना चाहिए जिस पर समान ऊँचाई के स्वच्छ चिन्ह बने हों। दोहरी रेखाएँ, जिनके बीच में एक-एक छोड़ कर विभागों को काले रंग से भर दिया जाता है, आम तौर से प्रभाव उत्पन्न करने के लिए बनायी जाती हैं; किन्तु यदि यथार्थ नाप वाँछित है तो इन्हें नहीं बनाना चाहिए, क्योंकि काले विभाग वास्तव में सफ़ेद विभागों से उतने बड़े होते हैं जितनी कि उनके दोनों ओर की सीमा रेखा की मोटाई होती है (उदाहरण ख)। यदि आवश्यक हो तो इस रेखा के नीचे की ओर एक दूसरी मापनी बनायी जा सकती है; यह एक एक-समान समय तथा प्रगति मापनी (Uniform time and progress scale) हो सकती है (उदाहरण ग), या विभिन्न रेखीय इकाइयों की मापनी, जैसे कि मील मापनी के नीचे किलोमीटर या हज़ार गज की इकाइयाँ (उदाहरण घ, ङ)।

विकर्ण मापनियाँ (Diagonal Scales)

कभी-कभी, विशेषकर बड़ी मापनी के नक्शों (Plans) पर, यह आवश्यक होता है कि लम्बाई की पहली इकाई को बहुत अधिक परिशुद्धता से उपविभाजित किया जा सके, और फिर एक विकर्ण मापनी का उपयोग हो सकता है (चित्र 7)। मान लीजिए कि 1/6,33,600 नि० भि० (अर्थात 10 मील प्रति इंच) की एक रेखा-मापनी बनानी है जो मील तथा फ़र्लांग दर्शाये; ऐसी छोटी मापनी पर एक फ़र्लांग दर्शाने वाला विभाग सीधे ही बना लेना सम्भव नहीं होगा क्योंकि उसकी लम्बाई केवल 0.0125 इंच होगी।



चित्र 7—एक विकर्ण मापनी

यह मील तथा फ़र्लांग दर्शाती है। ऊपर का तीर 22 मील 4 फ़र्लांग की लम्बाई दर्शाता है और नीचे का 37 मील 7 फ़र्लांग।

चार इंच लम्बी एक रेखा खींचिए और उसे समानुपातिक त्रिभुजों के द्वारा 4 भागों में बाँटिए जिनमें प्रत्येक 10 मील प्रदर्शित करे। बाँयें ओर की इकाई को 10 भागों में बाँटा जा सकता है जिससे कि प्रत्येक भाग एक मील की लम्बाई दर्शाये, किन्तु ये विभाग केवल 0.1 इंच लम्बे होंगे और स्पष्ट है कि फ़र्लांग दर्शाने के लिए इनमें से प्रत्येक भाग पुनः आठ भागों में अविभाज्य है। फ़र्लांग दिखलाने वाले इन विभागों को प्राप्त करने के लिए एक विकर्ण मापनी बनाइए जैसी कि चित्र 7 में दिखलायी गयी है; यहाँ पर तीरों के द्वारा दर्शायी गयी दूरियाँ क्रमश: 22 मील 4 फ़र्लांग तथा 37 मील 7 फ़र्लांग हैं।

लघु रेखा-मापनियाँ (Short Line-Scales)

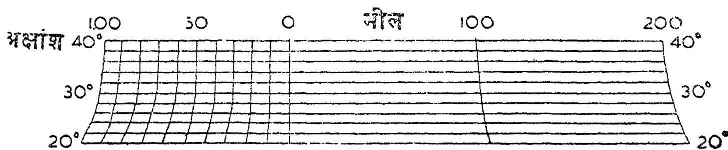
इन रेखाओं का उपयोग साधारणत: ऐसे मानचित्रों पर किया जाता है जिनका लाइन-ब्लॉक आदि के लिए लघुकरण करना हो, और ये सांकेतिक होती हैं न कि परिशुद्ध मापन के लिए। इन्हें यथोचित छोटा होना चाहिए; अत: लघुकरण के बाद 4 इंच चौड़ा रहने वाले मानचित्र के लिए एक इंच लम्बी रेखा पर्याप्त है, किन्तु यदि किसी कोने में एक बड़ा खाली क्षेत्र हो तो कुछ बड़ी रेखा बनाना अधिक अच्छा प्रतीत होगा। यह सावधानी रखनी चाहिए कि विभाजन करने वाले ऊर्ध्वाधर चिन्ह इतने पर्याप्त बड़े हों कि लघुकरण के बाद भी निश्चय ही दिखलायी दें। रेखा-मापनी बनाने का स्थान सावधानी से चुनिए; यह वास्तव में, प्रारम्भिक चित्रण के सामान्य विन्यास तथा संग्रह का एक भाग है। एक कोने में विस्तृत सूचनाओं की भीड़ हो जाय, इससे यथासम्भव बचना चाहिए; ऐसा आवश्यक हो सकता है कि एक संकरा चौखटा काट कर उसमें रेखा-मापनी को बनाया जाय, या कि इसे की-पेनल के अन्दर या शीर्षक के नीचे रखा जाय। प्रत्येक मानचित्र के अपने गुणों को ध्यान में रखते हुए मापनी को ऐसे स्थान पर रखना चाहिए जहाँ वह बारीकियों के साथ कम से कम हस्तक्षेप करती हो। रेखा के अनेक वैकल्पिक रूपों का उपयोग हो सकता है (चित्र 6, उदाहरण च), किन्तु एक ही श्रेणी में आदि से अन्त तक एकरूपता बनाये रखनी चाहिए। अक्षरलेखन तथा अंकों के आकार तथा प्रकार पर सावधानी से विचार कीजिए; विशेषकर O स्वभावत: अत्यधिक भारी-भरकम दिखलायी देंगे।

अन्य मापनियाँ

बड़े क्षेत्रों के छोटी-मापनी वाले मानचित्रों पर यदि रेखाजाल (Graticule) बना हो या किनारों पर अक्षांश देशान्तर अंकित हों तो कभी-कभी मापनी को छोड़ा जा सकता है; इनमें से प्रत्येक दशा में, प्रक्षेप बतलाना चाहिए। अन्यथा एक **परिवर्तनशील मापनी** (चित्र 8) का उपयोग करना चाहिए, या मानचित्र के मध्य भाग की औसत मापनी बतलानी चाहिए।

किसी ब्लॉक-आरेख की मापनी को व्यक्त करने का सबसे सरल तरीका यह है कि आरेख पर स्पष्ट रूप से पहिचान में आने वाले दो विन्दुओं के बीच की दूरी को अनुशीर्षक में लिख दिया जाय। दृष्यभूमि आरेखन के लिए आवश्यक हो तो एक **संदर्श मापनी** का उपयोग किया जा सकता है, जो कि चित्र के अग्रभाग से क्षितिज के लोपी विन्दु की ओर

छोटी होती जाती है। किन्तु, यहाँ भी दो विन्दुओं के बीच की दूरी लिख देना प्राय: पर्याप्त होता है। खण्डों तथा परिच्छेदिकाओं के आधार तथा बायें किनारे पर **क्षैतिज** तथा **ऊर्ध्वाधर मापनियाँ** बना दी जाती हैं, किन्तु ऊर्ध्वाधर अतिशयोक्ति को भी बतलाना चाहिए। (देखिए अ० सं० 9)।



मापनी : 1/40 लाख

चित्र 8—एक परिवर्ती मापनी

27° तथा 63° उत्तर अक्षांश पर दो मानक अक्षांशों वाले शंक्वाकार यथाकृतिक (Orthomorphic) प्रक्षेप के लिए बनायी गयी इस मापनी से 20° तथा 40° उत्तर अक्षांशों के सहारे दूरियों की सही माप सम्भव हो जाती है।

'मापनी' शब्द का व्यापक अर्थ लिया जाय तो इसमें वे आरेख भी सम्मिलित हो सकते हैं जिनसे मात्रात्मक मापों को पढ़ना सम्भव हो; अत: रेखाग्राफ़ों तथा स्तम्भी आरेखों पर क्षैतिज तथा ऊर्ध्वाधर मापनियाँ होती हैं, समानुपातिक वर्गों, वृत्तों तथा गोलों को बनाने तथा उनका मानांकन करने में सहायक मापनियाँ, तथा ढालों की मापनियाँ। प्रत्येक की नीचे उपयुक्त स्थान पर व्याख्या की गयी है।

चौखटे तथा फलक

सीमाएँ

किसी भी मानचित्र में एक सीमा या चौखटा होना चाहिए; साधारण बने रेखा-चित्रों को छोड़कर अन्य मानचित्रों में दिखलायी गयी बारीकियों को 'हवा में लटकते हुए' नहीं छोड़ना चाहिए, बल्कि उन्हें सीमा तक ले जाना चाहिए। ग्राफ़ों तथा आरेखों की आकृति पर निर्भर है कि उनको एक चौखटे से घेरा जाय या नहीं। पेंसिल चित्रण पर स्याही चलाने के पहिले सीमा को, और निर्देश के लिए, तथा आवश्यक हो तो शीर्षक के लिए भी, एक फलक को बनाना चाहिए। इन फलकों की स्थिति मानचित्र पर बारीकियों के विन्यास पर निर्भर करती है, और प्रारम्भिक संग्रह में इस पर सावधानी से विचार करना चाहिए; इन्हें आम तौर से खाली कोनों में रखते हैं या नीचे की सीमा के मध्य में। कभी-कभी इन्हें ऐसे स्थान पर रखना सुविधापूर्ण होता है जहाँ की बारीकियाँ मानचित्र के मुख्य उद्देश्य के लिए निरर्थक हों (चित्र 113-16)।

सीमाओं तथा चौखटों को यथासम्भव सरल होना चाहिए। लाइन-ब्लॉक के लिए, स्पष्ट कोने वाली एक साफ़ खींची गयी अकेली रेखा बिल्कुल पर्याप्त होती है। अधिक बड़े

हस्तचित्रित मानचित्रों के लिए, यह अनुमति दी जा सकती है कि एक भीतरी सीमा हो जिसके बाहर एक मोटी रेखा वाली सीमा हो, या फिर दोहरी रेखा हो जिसके बीच का स्थान खाली छोड़ दिया जाय अथवा सम्भव हो तो अंशों या रेखीय इकाइयों को दिखलाने के लिए उसे बारी-बारी से काले तथा सफ़ेद भागों में रंगा जाय। किन्तु विस्तृत मरग़ोलों (Scrolls), डिज़ाइनों तथा अलंकारी कोनों को बिल्कुल नहीं बनाना चाहिए।

कारतूस (Cartouches)

विस्तरण (elaboration) को छोड़ना कारतूस पर भी लागू होता है, जो एक ऐसा फलक है जिसमें यदि मानचित्र पर आवश्यक हो तो शीर्षक अंकित किया जाता है। विस्तरण के साथ सुसज्जित कारतूस तो डच पुनर्जागरण के मानचित्रकारों तथा एलिज़ाबेथ के समय में काउन्टी के मानचित्र बनाने वालों का शौक था, किन्तु आधुनिक मानचित्र में वे आम तौर से असंगत लगते हैं (देखिए चित्र 192)। जिस मानचित्र का लाइन-ब्लॉक बनवाना हो उस पर, सामान्यतः, शीर्षक होना अनावश्यक है, किन्तु इसे नीचे टाइप में दिया जा सकता है। बड़े हस्तचित्रित मानचित्र पर, फिर भी, सावधानी से लिखा गया शीर्षक एक अभिन्न वस्तु होती है।

की-पेनल (Key-Panels)

की-पेनल का संग्रह सावधानी से करना चाहिए, जिससे कि मानचित्र पर प्रयुक्त सभी प्रतीक, छायाकरण, विन्दु चित्रण तथा विशेष रेखाएँ इसमें सम्मिलित हों। आम तौर से सीमा रेखा या तट रेखा को कुंजी में सम्मिलित करना अनावश्यक है, किन्तु यदि अन्तर्राष्ट्रीय, प्रान्तीय तथा कम्यून की सीमाओं के लिए विभिन्न रेखाएँ चुनी जायें, तो उन्हें स्पष्ट करना चाहिए। सभी छायाकरणों को छोटे-छोटे पृथक आयतों में दिखलाना चाहिए, जो कि विभाजित स्तम्भों से अधिक स्पष्ट होते हैं। उच्चावचन (Relief) मानचित्रों की कुंजी के लिए, सबसे गहरे रंग (उच्चतम भूमि) को श्रेणी के शिखर पर रखिए; भूवैज्ञानिक मानचित्रों में नवीनतम शैल समूह को दर्शाने वाली विन्दुओं को ऊपर रखिए। की-पेनल का विन्यास सावधानी से करना चाहिए जिससे कि वह सन्तुलित दिखलायी दे, स्थान की मितव्ययता हो, पूरी तौर से आयताकार विन्यास बना रहे, तथा संक्षिप्त परिभाषाओं का उपयोग हो। समय तथा स्थान को बचाने का एक तरीका यह है कि मदों के सामने अंक लिख दिये जायें और नीचे निर्देश (Legend) में अंकों की सूची को परिभाषाओं के साथ दिया जाय (चित्र 138); मानचित्र पर जितनी व्याख्या दी जा सकती है उससे कहीं अधिक पूर्णता के साथ इस प्रकार देना सम्भव है, और इसके अतिरिक्त इसमें चित्रण का मूल्यवान समय बचता है। जहाँ पर कुंजी विशेष रूप से उलझी हुई हो, और जब इसे मानचित्र पर दिखलाना आवश्यक हो तो, कभी-कभी परिभाषाओं को टाइप के सावधानी से चुने हुए फाउन्ट में देना अधिक अच्छा होता है। इन्हें काट कर चित्रण पर उनके सही स्थान पर चिपका दिया जाता है और फिर सामान्य तरीके से एक लाइन-ब्लॉक बना लिया जाता है। जहाँ पर एक उभय छाया

प्रणाली वाले मानचित्रों की एक श्रेणी हो, वहाँ और भी एक मितव्ययता यह है कि श्रेणी के प्रथम मानचित्र में ही एक कुंजी का उपयोग किया जाय, जिसका सन्दर्भ बाद के मानचित्रों में किया जा सकता है।

निर्देश (Legends)

इस स्थिति में निर्देश या अनुशीर्षक का उल्लेख सुविधा से किया जा सकता है। एक मानचित्र को, अपनी कुंजी तथा निर्देश के साथ, अपने में पूर्ण तथा स्वतः स्पष्ट होना चाहिए, यद्यपि मूल पाठ तथा मानचित्रों में पूर्ण समन्वय रखने के लिए, मूल पाठ में उपयुक्त स्थानों पर "(चित्र क)" जैसा सन्दर्भ होना चाहिए। निर्देश को सावधानी से संकलित करना चाहिए। यदि मानचित्र पूर्णतः मौलिक न हो, तो इसमें सूचना का स्रोत बतलाना चाहिए या जिन आँकड़ों पर मानचित्र आधारित हो उनका इसमें सही सन्दर्भ देना चाहिए। कुंजी की परिभाषाओं का कोई भी विस्तृत विवरण और कोई भी सार्थक टिप्पणी हों तो इसके बाद आयेंगी। हस्तचित्रित मानचित्र पर, यह अनुशीर्षक सफ़ेद कागज पर टंकित करके फिर मानचित्र के नीचे मध्य में चिपकाया जा सकता है। छपी हुई पुस्तक में लाइन-ब्लॉक के लिए अनुशीर्षक को मूल पाठ के टाइप से छोटे फ़ाउन्ट के टाइप में रखना चाहिए।

उत्तर दिशा

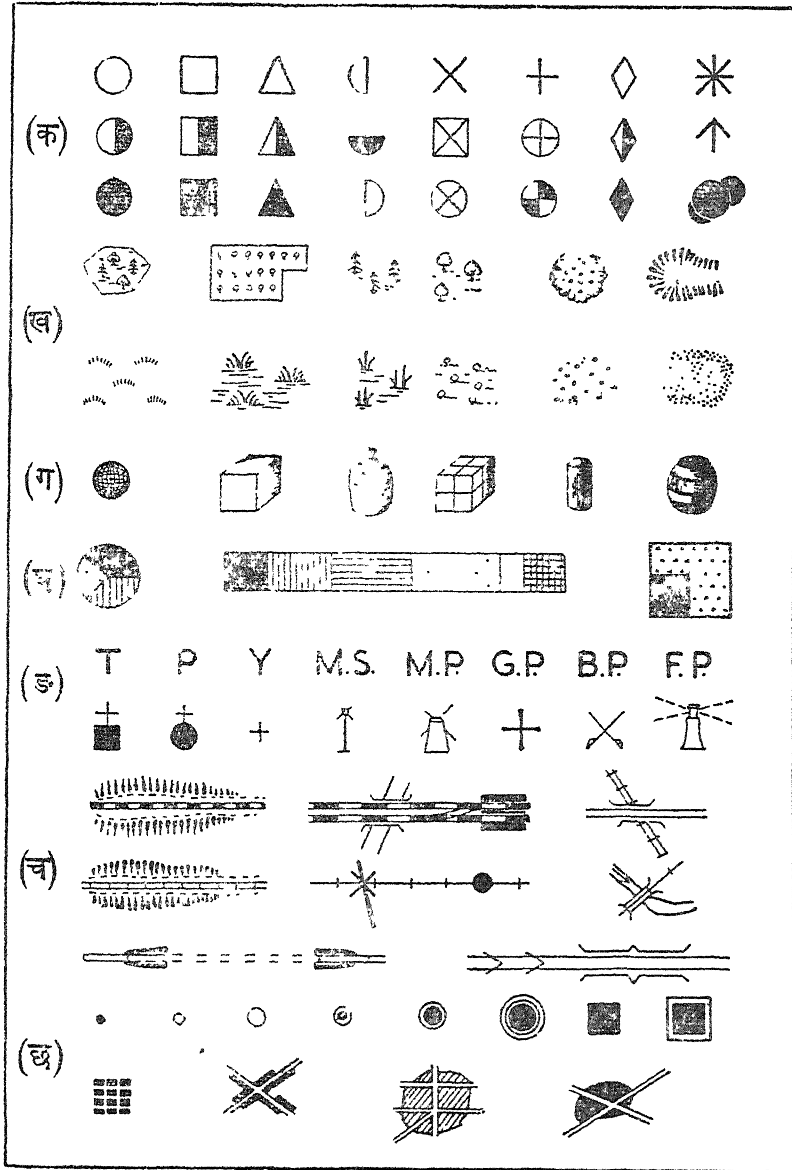
यदि किसी मानचित्र को रूढ़िगत तरीके से ऊपरी सीमा की ओर उत्तर दिशा रखते हुए बनाया जाय तो सामान्यतः अलग से उत्तर दिशा दिखलाना आवश्यक नहीं है। किन्तु पत्तन-प्लान, नगर-प्लान आदि में, जहाँ दिशाओं का सन्दर्भ प्रायः आवश्यक होता है, उत्तर दिशा दिखलानी चाहिए। प्राचीन मानचित्र बनाने वाले बहुत अलंकृत उत्तर दिशा तथा दिक्सूचक-पुष्प बनाने में बड़ी कुशलता दिखलाते थे (चित्र 192), किन्तु एक साधारण तीर, जिसमें एक स्वच्छ पिच्छक (Barb) हो तथा ऊर्ध्वाधर डंडी के मध्य में एक छोटा आर-पार चिन्ह बना हो, एक किनारे की सीमा के निकट अलग बना हो, तो बिल्कुल पर्याप्त होगा।

अक्षांश तथा देशान्तर रेखाएं

बहुत से मानचित्र, उन पर अक्षांश व देशान्तर या रेखाजाल की भारी रेखाओं के अध्यारोपण से भद्दे हो गये हैं। साधारण वितरण मानचित्रों में, जिनमें नगर तथा तटरेखाएँ स्पष्ट बनी हों, अक्षांश तथा देशान्तर रेखाएँ अनावश्यक होती हैं, यद्यपि कभी-कभी, जैसे कि समुद्री-मार्ग वाले मानचित्रो में, या ऐसे मानचित्रों में जिनमें कोई आसाधरण प्रक्षेप का उपयोग किया गया हो, रेखाजाल को मानचित्र के ऊपर कुछ विस्तार पूर्वक बनाना चाहिए। कभी-कभी मानचित्र के चौखटे पर अक्षांश व देशान्तर के चिन्ह लगा देना पर्याप्त होता है।

ग्रिड रेखाएँ

ऐसे मानचित्रों में जो किसी स्थानीय या राष्ट्रीय ग्रिड वाली स्थलाकृतिक श्रेणी पर आधारित हों, अक्षांश तथा देशान्तर रेखाओं के बजाय सन्दर्भ रेखाएँ बना देना अधिक अच्छा



चित्र 9—विविध प्रतीक

(क) ठोस तथा रूपरेखी ज्यामितीय चित्र; (ख) भू-आकृतिक-प्रतीक; (ग) चित्रमय प्रतीक; (घ) विभाजित प्रतीक; (ङ) तथा (च) आर्डनेन्स सर्वे की एक इंच तथा 1 : 25,000 श्रेणियों से अनुकूलित रूढ़िगत विन्दु तथा मार्ग प्रतीक; (छ) नगर प्रतीक ।

होता है। यहाँ भी, ग्रिड रेखाओं को मानचित्र पर आर पार बनाना अनावश्यक है किन्तु चौखटे पर ग्रिड सन्दर्भों के चिन्ह लगाये जा सकते हैं, या, छोटे क्षेत्रों के मानचित्रों में इन्हें चारों कोनों पर दिया जा सकता है।

प्रतीक

विशिष्ट स्थानों पर वितरणों को दर्शाने के लिए बहुत विविध प्रतीकों का उपयोग किया जा सकता है; इनमें से कुछ चित्र 9 में प्रदर्शित हैं, किन्तु और भी बहुत से बनाये जा सकते हैं। ये ठोस या रूपरेखीय ज्यामितीय चित्र हो सकते हैं, जिनमें से प्रत्येक को उस स्थान के केन्द्र के निकटतम रखा जा सकता है जिसे कि दर्शाना हो। ये रूढ़िगत हो सकते हैं,[1] अथवा किसी विशिष्ट लक्षण को दर्शाने के लिए ये संकलनकर्त्ता द्वारा स्वेच्छा से चुने जा सकते हैं। कभी-कभी चित्रात्मक प्रतीकों का प्रभावपूर्ण उपयोग किया जा सकता है, यद्यपि इसे विवेक के साथ करना चाहिए, विशेषकर अधिक आलेखी प्रकार के मानचित्र पर[2]; अतः कुछ वस्तुओं के वितरण को गाँठों, बोरों, पूलों (sheaves) या पीपों के द्वारा औचित्य के साथ दिखलाया जा सकता है। अक्षरीय प्रतीक (प्रारम्भिक अक्षर), जिनका आकार मोटे तौर पर प्रदर्शित मात्राओं से समानुपातिक हो, उपयोग में लाये जा सकते हैं, किन्तु इनसे मानचित्र कुछ अस्पष्ट लगने लगता है, विशेषकर जब कि अन्य अक्षर लेखन भी सम्मिलित करना हो। सभी प्रतीकों को कुंजी में सावधानी से व्यक्त करना आवश्यक है।

मात्रात्मक विन्दु मानचित्र

प्रतीक का सबसे सरल रूप एक विन्दु है, और वितरण मानचित्रों का एक बहुत उपयोगी प्रकार वह है जिसमें मात्राओं या मानों को समान आकार के विन्दुओं से दर्शाते हैं, और प्रत्येक विन्दु का एक निश्चित मान होता है।[3] इस प्रकार का वितरण मानचित्र उस समय विशेष उपयोगी होता है जब कि मान असमानता से तथा यत्र-तत्र वितरित हों। यह एक ऐसा तथ्य है जो किसी भी प्रकार के औसत घनत्व मानचित्र में छिपा रह जायेगा। विन्दुओं को उन विशेष प्रशासनिक इकाइयों में अंकित करते हैं जिनके लिए आँकड़े उपलब्ध

---

1. उदाहरण के लिए देखिए, U. S. Geological Survey प्रकाशन, *Topographic Map Symbols* (न्यू यार्क, 1950); और M. Couzinet, 'Le Problème de l' Uniformisation des Signes Conventionnels sur les Cartes Topographiques', *Comptes rendus du Congrès International de Géographie, Lisbonne*, 1949, *Tome I. Actes du Congrés Travaux de la Section*, पृ० 190-4 (लिस्बन, 1950)।
2. D. L. Mumbev, *Industry and Planning in Stepney* (आक्सफोर्ड, इत्यादि, 1951), में औद्योगिक वितरणों को सूचित (denote) करने वाले मानचित्रों की एक श्रेणी में चित्रात्मक प्रतीकों का उपयोग हुआ है।
3. H. St. J. L. Winterbotham, 'Dots and Distributions', *Geography*, अंक 19, पृ० 211-13 (लन्दन, 1934)।

हैं; स्पष्ट है कि सांख्यकीय इकाइयाँ जितनी छोटी होंगी, मानचित्र उतना ही अधिक परिशुद्ध होगा। पहिला कार्य, जिन मात्राओं को दर्शाना हो उनके परिसर (Range) का परीक्षण करना और फिर उस मान का चुनाव करना है, जिसे प्रत्येक विन्दु दर्शायेगा। मान के इस चुनाव पर मानचित्र की सफलता बहुत कुछ निर्भर करती है; यह इतना छोटा नहीं होना चाहिए कि जिन इकाइयों में मात्राएँ अधिक हों उनमें सभी विन्दुओं का समाना कठिन हो जाय, और न ही इतना बड़ा हो कि बहुत कम विन्दुओं वाली इकाइयाँ रहें। कितनी भी सावधानी से मान निर्धारित किया जाय, बहुधा ऐसा होता है कि बहुत अधिक या बहुत कम आँकड़ों वाली इकाइयों में विन्दुओं को रखने में समस्याएँ उपस्थित होंगी। पहली स्थिति में, ऐसा हो सकता है कि विन्दु इतने अधिक हों कि आपस में मिल जायें। कुछ मानचित्रकार वास्तव में, यह दावा करते हैं कि ऐसे ही परिणाम को लक्ष्य बनाना चाहिए; सफ़ेद (बिन्दुरहित) तथा ठोस काले क्षेत्रों का विपर्यास तथा उन दोनों के बीच में विन्दुओं की बारंबारता बढ़ने के साथ क्रमिक संक्रमण रहने को चाक्षुण प्रदर्शन का आदर्श रूप माना जाता है। अन्य मानचित्र-कार यह हठ करते हैं कि विन्दुओं को गिनती के योग्य होना चाहिए और इसलिए उन्हें एक दूसरे में मिलने नहीं देना चाहिए। व्यवहार में, विन्दुओं को कदाचित ही कभी गिना जाता है क्योंकि जो व्यक्ति अधिक परिशुद्ध सूचना की खोज में हो उसे तो उस सांख्यकीय स्रोत पर वापिस जाना चाहिए जिस पर मानचित्र आधारित है; यह वास्तव में विन्दु मानचित्र के नीचे सदैव बतलाना चाहिए। फिर भी, यदि ऊँचे मानों के कारण विन्दु परस्पर मिल रहे हों तो यह अधिक अच्छा हो सकता है कि ऐसी इकाई को ठोस काला रंग कर उसमें एक सफ़ेद फलक के अन्दर प्रदर्शित वास्तविक मान को लिख दिया जाय। इसके विपरीत, बहुत छोटी संख्याओं वाली इकाइयों के विषय में, यद्यपि विन्दु के मान को विवेक के साथ चुना गया हो, फिर भी एक पूरी इकाई के अन्दर एक ही विन्दु से पूरे मान को दर्शाना पड़ सकता है। समस्या यह है कि इस विन्दु को कहाँ पर रखा जाय; स्पष्ट है कि ऐसी दशा में मानचित्र का परिशुद्ध अवस्थितिक महत्व नहीं रह जायेगा।

यदि विन्दुओं को प्रत्येक इकाई में समान दूरी पर रखना हो, जैसा कि और परिशुद्ध जानकारी के अभाव में करना ही चाहिए, तो इकाइयों की सीमाओं को, वास्तव में, मानचित्र पर दिखलाना आवश्यक है; व्यवहार में, इन्हें विन्दु डालने के बाद प्रायः मिटा देते हैं। किन्तु विन्दुओं को सीधी पंक्तियों में नहीं रखना चाहिए और न ही उन्हें प्रत्येक इकाई की सीमा के समांतर रेखाओं पर डालना चाहिए, क्योंकि उससे तैयार मानचित्र में प्रतिरूप तथा चक्कर उत्पन्न हो जायेंगे। विन्दुओं को दृष्टि की सहायता से समान दूरी पर डालना चाहिए और आसन्न इकाइयों के बिन्दुओं से कुछ संततता उत्पन्न करनी चाहिए।

यदि मानों के निश्चित स्थानों के विषय में विस्तृत जानकारी उपलब्ध हो तो विन्दुओं को अधिक परिशुद्धता के साथ स्थापित किया जा सकता है। यह जानकारी स्थलीय-अध्ययन से, जैसे कि एक फ़सल मानचित्र के लिए भूमि उपयोग सर्वेक्षण के द्वारा, प्राप्त की जा सकती है, या कि एक ग्रामीण जनसंख्या मानचित्र के लिए अधिक बड़ी मापनी के मानचित्रों

से जो, उदाहरणार्थ, पल्लियों (Hamlets) तथा फ़ार्मों की, सही स्थिति दिखलाते हैं। किन्तु अधिक सामान्यीकृत सूचना, जैसी कि उच्चावच या जलवायु मानचित्रों में, या कि अस्पष्ट भौगोलिक पूर्व धारणाओं में मिलती है, उससे बचना चाहिए; "इसमें इच्छाजनित विचार की प्रवृत्ति होती है और वस्तुनिष्ठता की हानि होती है। भेड़ सदैव उच्च भूमि पर नहीं मिलतीं और न ही जौ अधिक शुष्क भागों में"।[1] कभी-कभी एक कल्पना करनी पड़ सकती है; "ऐरिज़ोना में, ऐल्फ़ैल्फ़ा को शुष्क उच्च भूमि के बजाय सिंचित घाटियों में दिखलायेंगे"।[2] किन्तु ऐसी कल्पना को बहुत अधिक विवेक के साथ काम में लाना चाहिए (चित्र 117)।

एक अन्य समस्या यह होती है कि बिन्दु वास्तव में कितने बड़े डाले जायें। बिन्दुओं का आकार आधार मानचित्र की मापनी पर तथा जितने बिन्दु डालने हों उस गिनती पर निर्भर करता है, किन्तु बिन्दु न तो इतने बड़े हों कि एक स्थूल व्यापक प्रभाव उत्पन्न होता हो और न इतने छोटे हों कि सघन मान के क्षेत्रों में एक अस्पष्टता पैदा होती हो।[3] समान आकार के बिन्दु बनाने के लिए एक गोलान्त (Ball-pointed) निब से काम करना चाहिए। यदि लाइन-ब्लॉक के द्वारा मानचित्र की प्रतियाँ बनानी हों तो यह सावधानी रखनी चाहिए कि बिन्दु लघुकरण के लिए पर्याप्त बड़े हों और पाण्डुलिपि मानचित्र पर उनके बीच में जितनी दूरी आवश्यक प्रतीत होती हो उससे कुछ अधिक रखी जाय।

कलम के बजाय, किसी प्रकार की मुहर या ठप्पे का उपयोग, छापे की स्याही के साथ, किया जा सकता है,[4] और यदि मापनी बड़ी हो तथा बिन्दुओं का व्यास दशमलव एक इंच या अधिक हो तो रूप रेखाएँ बनाने के लिए छोटे घूर्णी परकार का उपयोग कर सकते

---

1. W. G. V. Balchin तथा W. V. Lewis, 'The Construction of Distribution Maps', *Geography*, अंक 30, पृ० 91 (लन्दन, 1945)।
2. E. Raisz, *General Cartography*, पृ० 249 (प्रथम संस्करण, न्यू यार्क, 1938)।
3. J. Ross Mackay, 'Dotting the Dot Map : An Analysis of Dot Size, Number and Visual Tone Density', *Surveying and Mapping*, अंक 9 (वाशिंगटन, 1949)।
4. बिन्दुओं के आकार तथा आकृति (Size and shape) में यथार्थ नियमितता बनाये रखना अत्यन्त कठिन है, क्योंकि उदाहरण के लिए, केवल एक पूर्णत: भरी हुई तथा लगभग रिक्त निब का ही अन्तर एक बड़ा अन्तर पैदा कर सकता है। W. G. Byron ने 'Dotting the Dot Map With Steel Drill Stamps', *Professional Geographer*, अंक 8, संख्या 4, पृ० 5-7 (न्यूयार्क, 19̄56), में एक सही व्यास वाला इस्पात का बरमा (Drill) जिसका कुन्दे वाला सिरा समतल घिसा हो और काँच की प्लेट पर निकाली गयी तेल के आधार वाली ब्लॉक छपाई की स्याही (जो बहती नहीं है) के उपयोग का सुझाव दिया है। इनका दावा है कि प्रति मिनट 15 से 20 समान व्यास वाले बिन्दु डाले जा सकते हैं जिनका व्यास बरमे के आकार के अनुसार 0.0135 से 0.228 इंच तक होगा और इस प्रकार समता, स्पष्टता तथा परिशुद्धता मिल सकेगी।

हैं जिन्हें कलम या पतली तूलिका से भरा जा सकता है। एक अन्य विधि, जो इनसे भी अधिक परिश्रम की है, यह है कि काले रंग के विन्दु चिपकने वाले कागज़ में से छिद्रण (punch) करके आधार मानचित्र पर चिपका दिये जायें।

प्रतिशत विन्दु-मानचित्र : अवस्थापित विन्दु का उपयोग करने में उसे परिशुद्ध निरपेक्ष मान (Precise absolute value) देने के बजाय, यह वांछनीय हो सकता है कि वह वितरण विशेष के कुल मान का 1.0 या 0.1 प्रतिशत दर्शाये; दूसरे शब्दों में, ऐसे मानचित्र पर क्रमश: 100 या 1000 विन्दु रहेंगे। इन्हें प्रतिशत-विन्दु-मानचित्र[1] तथा मिले (Mille) मानचित्र[2] कहते हैं। ये अंकगणितीय तुलना में सुविधा उत्पन्न करते हैं तथा भिन्नात्मक वितरणों और समानुपातों के विषय में तैयार जानकारी उपलब्ध कराते हैं। इनमें यह कमी है कि ये विन्दु कदाचित ही कभी एक गोल संख्या दर्शायेंगे।

रंगीन-विन्दु : यदि एक ही मानचित्र में कई प्रकार के वितरण दिखलाने हों तो भिन्न रंग व अर्थ वाले विन्दुओं का उपयोग हो सकता है। रंगों का चुनाव सावधानीपूर्वक होना चाहिए जिससे कि वे विपर्यास प्रस्तुत करें, और साथ ही सम्भव हो तो प्रदर्शित वस्तुओं के साथ उनका कुछ मनोवैज्ञानिक सम्बन्ध हो (देखिए अ० सं० 10)। रंगों से यह लाभ है कि वितरणों में अन्तर के साथ रंगों का समानुपात भी बदलता है, जिससे एक समान बदलते हुए प्रतिरूप उत्पन्न होते हैं और संक्रमण क्षेत्रों को बल मिलता है। ऐसे मानचित्र में, सूक्ष्मता से देखने पर शुद्ध बारीकियाँ मिलना तथा और सामान्य दृष्टि डालने पर व्यापक क्षेत्रीय प्रतिरूप मिलना यह दोनों अच्छाइयाँ सम्मिलित होती हैं।[3] विन्दुओं को यथास्थान चिपकाया या रंगीन स्याही से बनाया जा सकता है।

समानुपातिक प्रतीक

मापनी के अनुसार बनाये जाने पर कुछ प्रतीक अवस्थितिक के साथ ही मात्रात्मक सूचना भी प्रस्तुत करते हैं। वृत्तों, गोलों, वर्गों, आयतों, स्तम्भों, त्रिभुजों तथा

---

1. J. Ross Mackay, 'Percentage Dot Maps', *Economic Geography*, अंक 29, पृ० 263-6 (वोरसेस्टर, मैस०, 1953)।
2. L. D. Stamp, *The Land of Britain, its Use and Misuse*, पृ० 102-7 (लन्दन, 1948); इसमें 12 प्रभावशील मिले-मानचित्र (Mille-maps) सम्मिलित हैं : K. Buchanan तथा N. Hurwitz, 'The "Coloured" Community in the Union of South Africa', *Geographical Review*, अंक 40, पृ० 401 (न्यू यार्क, 1950)।
3. G. F. Jenks, "Pointillism" as a Cartographic Technique', *Professional Geographer*, अंक 5, संख्या 5, पृ० 4-6 (न्यूयार्क, 1953)। कृषि मानचित्रों के विषय में इनके कार्य की व्याख्या अ० सं० 11 में निर्देशित पृष्ठ पर की गई है।

घनों[1] का उपयोग हो सकता है। वर्ग या वृत्त जैसे द्विविमीय चित्रों के क्षेत्रफलों को, या घन अथवा गोले जैसे त्रिविमीय चित्रों के आयतनों को उनके द्वारा प्रदर्शित मात्राओं के समानुपातिक बनाया जाता है। ऐसे विविध प्रकार के प्रतीकों को या तो स्वयं में ओरेखों की भाँति प्रयोग किया जा सकता है या जनसंख्या अथवा आर्थिक वितरणों को चित्र से समझाने के लिए इन्हें मानचित्रों पर अवस्थित किया जा सकता है; यह देखा जायेगा की बहुत-सी विधियाँ, जिनका विवेचन विशेषकर अध्याय 5 तथा 6 मे किया गया है, इन तरीकों पर निर्भर हैं। योग मात्राओं को दिखलाने के अतिरिक्त और भी सूचना देने के लिए इनका समानुपातिक विभाजन किया जा सकता है।

समानुपातिक प्रतीकों का परिकलन : यदि किसी संख्या को, जैसे कि 10,000 है, एक वृत्त के द्वारा दर्शाना हो तो पहिले उस संख्या का वर्गमूल निकालना चाहिए, अर्थात् 100। वृत्त का क्षेत्रफल πr^2 होता है, किन्तु π एक स्थिरांक है और उसकी अवहेलना की जा सकती है। फिर 100 के तुल्य एक दी हुई लम्बाई (उदाहरणार्थ 0.1 इंच) की त्रिज्या लेकर एक वृत्त बनाया जा सकता है। यदि एक अन्य संख्या, जैसे कि 50,000 को दर्शाना हो तो इसका वर्गमूल 223.0 है और इस प्रकार उसी मापनी पर 0.223 इंच की त्रिज्या का उपयोग करना चाहिए। स्पष्ट है कि यदि बहुत सी संख्याएँ दर्शानी हों तो यह एक लम्बा काम होगा, यद्यपि स्लाइड रूल से कार्य सरल हो सकता है।

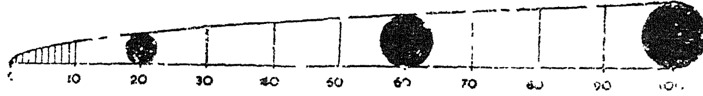
सबसे सुविधाजनक तरीका यह है कि किसी ऐसे प्रकार की मापनी का उपयोग किया जाय जिससे वृत्तों या गोलों की त्रिज्याएँ अथवा वर्गों, त्रिभुजों तथा घनों की भुजाएँ सीधी नापी जा सकें या विभाजनी के पग रखते हुए।

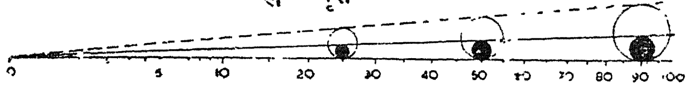
एक तरीका यह है कि एक समविभाजित रेखीय मापनी बनायी जाय, जैसी कि चित्र 10 (उदाहरण क) में है। अनेक संख्याओं के वर्गमूलों का परिकलन कीजिए (इस उदाहरण में 5, 10, 40 तथा 100 का उपयोग किया गया था) और रेखीय मापनी पर इनमें से प्रत्येक विन्दु पर इन वर्गमूलों की समानुपातिक लम्बाई का लम्ब खींचिये। प्रत्येक

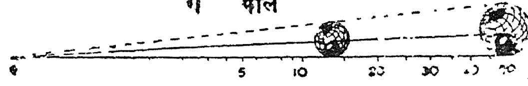
---

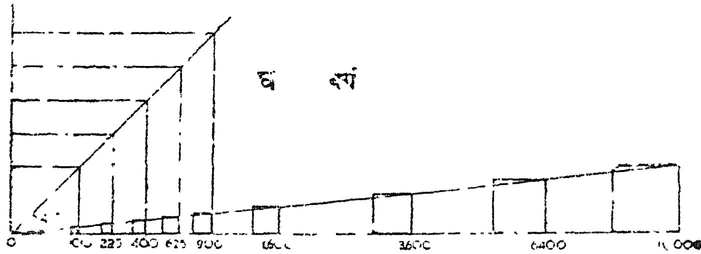
1. J. Ross Mackay ने 'A New Projection for Cubic Symbols on Economic Maps', *Economic Geography*, अंक 29, पृ० 60-2 (वोरसेस्टर, मैस०, 1962) में घनीय प्रतीकों (Cubic Symbols) का सावधानीपूर्ण अध्ययन किया है। ये इनका वर्गीकरण इस प्रकार करते हैं : (1) **सममितीय** (Isometric), जिसमें आगे तथा पीछे की भुजाएँ समान लम्बाई की होती हैं; (2) **केबिनेट** (Cabinet), जिसके पार्श्व सामने की अपेक्षा आधे लम्बे तथा क्षैतिज से 30° — 40° के कोण पर होते हैं; और (3) **प्रवणता वाले** (Clinographic) जो आम तौर से केवल क्रिस्टलविज्ञान (Crystallography) में परिशुद्ध चित्रणों के लिए उपयोग में लाये जाते हैं। इन्होंने ठोस घन के साथ एक चित्रित घन की समरूपता (Resemblance) की तुलना में उसके द्वारा घिरे हुए (Occupied) स्थान के परीक्षण में और यह निर्णय करने में कि वह 'मोटा' या 'पतला' लगता है, विद्यार्थियों पर कुछ परीक्षणों का प्रयास किया था। उनके सुझाये हुए घन में सामने की अपेक्षा $\frac{4}{5}$ लम्बई के पार्श्व हैं जो क्षैतिज से 30° — 50° का कोण बनाते हैं, और उसका दाहिना भाग दिखलायी दे तो अधिक होगा।

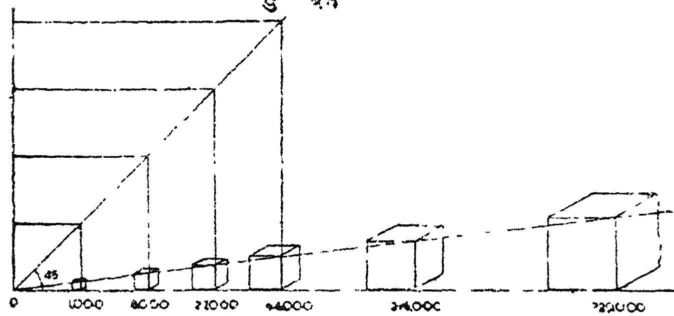
लम्ब के सिरे को एक निष्कोण वक्र (Smooth curve) से मिला देते हैं। बीच के किसी भी मान को दर्शाने वाले वृत्त के व्यास को तत्काल मापा जा सकता है।











चित्र 10—समानुपातिक प्रतीकों का परिकलन

एक वैकल्पिक विधि यह है एक रेखीय मापनी बनायी जाय जिसका विभाजन बायीं ओर शून्य से नापते हुए मानों के वर्गमूल की समानुपातिक दूरियों पर किया जाता है (उदाहरण ख)। यह रेखा किसी भी सुविधाजनक लम्बाई की हो सकती है; स्पष्ट है कि एक अधिक बड़ी रेखा में मानों के बीच और महीन श्रेणीकरण (finer gradation) मिलेगा। मान लीजिए कि सबसे बड़ी संख्या जिसे प्रदर्शित करना है वह 100 है तो रेखा की लम्बाई को वर्गमूल, अर्थात् 10 के समानुपातिक रखते हैं। इस रेखा पर बीच के मानों को समानुपात में रखेंगे, जैसा कि निम्नलिखित तालिका में दिया गया है, जिसमें 100 के मान को दर्शाने वाली मापनी-रेखा को 20 सेन्टीमीटर लम्बा रखा गया है। शून्य से एक तिरछी रेखा किसी सुविधाजनक कोण पर खींचिए। यह कोण इस बात पर निर्भर करता है कि सबसे बड़ा प्रतीक कितना बड़ा रखना है (उदाहरण ख)। क्षैतिज मापनी पर किसी विन्दु से खींचीं गयी एक ऊर्ध्वाधर रेखा, तिरछी रेखा से मिलने पर एक ऐसे वृत्त की त्रिज्या बतलायेगी जिसका क्षेत्रफल उस संख्या के समानुपातिक हो जिसका वर्गमूल उस विन्दु पर प्रदर्शित होता है। अतः संक्षेप में, वर्गमूलों की एक तालिका का उपयोग करते हुए परकार के एक पैर को शून्य पर रखिये और दूसरे को मापनी रेखा के सहारे सही दूरी पर (उदाहरण के लिए यदि संख्या 35 थी, तो इस मापनी पर दूरी = 11.84 सेन्टीमीटर) और फिर पहले पैर को घुमा कर ऊर्ध्वाधर दिशा में तिरछी रेखा तक ले जाइए। यह दूरी एक ऐसे वृत्त की त्रिज्या होगी जिसका क्षेत्रफल अपने द्वारा प्रदर्शित संख्या के समानुपातिक होगा।

प्रदर्शित संख्या	वृत्त		गोले	
	वर्गमूल	शून्य से दूरी से० मी० में	घनमूल	शून्य से दूरी से० मी० में
5	2·24	4·48	1·71	3·42
10	3·16	6·32	2·15	4·30
20	4·47	8·94	2·71	5·42
30	5·48	10·96	3·11	6·22
40	6·33	12·66	3·42	6·84
50	7·07	14·14	3·68	7·36
60	7·75	15·50	3·92	7·84
70	8·37	16·74	4·12	8·24
80	8·94	17·88	4·31	8·62
90	9·49	18·98	4·48	8·96
100	10·00	20·00	4·64	9·28

समानुपातिक गोलों की त्रिज्याएँ ज्ञात करने के लिए यही प्रक्रिया अपनायी जा सकती है (उदाहरण ग), किन्तु आधार रेखा पर वर्गमूल मानों के बजाय घनमूल मानों को

आलेखित करना होगा, जैसा कि ऊपर दी गयी तालिका में दिखलाया गया है। समानुपातिक वर्गों तथा घनों को आलेखित करने के लिए इस प्रकार की मापनी को सरलता से अनुकूलित किया जा सकता है (उदाहरण घ, ड)।

प्रतीकों का आरेखन

प्रतीकों को सावधानी से चुनना तथा बनाना चाहिए जिससे कि उनमें सरलता से प्रभेद किया जा सके और विशेषकर जब कि लघुकरण करना हो तो प्रत्येक को पर्याप्त बड़ा होना चाहिए जिससे कि वह स्पष्टता से पुनरुत्पन्न किया जा सके। छपे हुए मानचित्र पर अतिन्यूनकरण के कारण सूक्ष्म काले वर्गों; वृत्तों तथा समचतुर्भुजों में प्रभेद करना कभी-कभी सम्भव नहीं होता। इन्हें पहिले सावधानी के साथ पेन्सिल से आलेखित करना चाहिए तथा उनकी रूपरेखाओं पर रेखांकन-कलम या परकार के द्वारा स्याही कर देनी चाहिए और फिर यदि इन प्रतीकों को रूपरेखा में ही रखना आवश्यक न हो तो उन्हें महीन तूलिका या चौड़ी कलम से काला कर देना चाहिए। लघुकरण के द्वारा अस्पष्टता उत्पन्न हो जाने से बचने के लिए यह अधिक अच्छा होगा कि अन्य रेखा-कार्य तथा अक्षरलेखन को पूरा करने से पहिले ही प्रतीकों को स्याही से बना लिया जाय जिससे कि उन्हें स्पष्टत: अलग रखा जा सके। विशेष वितरण प्रतिरूपों को दिखलाने के लिए विविध प्रतीकों के उपयोग के उदाहरण चित्र 106 व 107 में दिये गये हैं।

सेलुलॉइड की एक स्टेन्सिल, जिसमें कई आकारों में अधिक प्रचलित ज्यामितीय प्रतीकों की बहुत सी रूपरेखाएँ आदेशानुसार काटी गयी हों, प्राप्त करने पर व्यय करना पूर्णत: लाभदायक होगा। संकलनकर्त्ता को, वास्तव में, एक निबन्ध विशेष में आदि से अन्त तक प्रतीकों की संगति बनाये रखनी चाहिए और इस उद्देश्य की पूर्ति में स्टेन्सिल बहुत सहायक होती है।

आसंजक प्रतीक

स्वयं चिपकने वाले पारदर्शक प्लैस्टिक पत्रकों पर छपे हुए, बहुत विविध प्रकार के प्रतीक मिलते हैं जिनका मानचित्र पर सीधे प्रयोग किया जा सकता है।[1] इनमें लगभग हर प्रकार के विन्दु या रेखीय प्रतीक जिनकी कल्पना की जा सकती है बहुत विस्तृत प्रकार के आकारों में होते हैं, एवं अलंकृत चौखटे, तीर, गोले, रेखाएँ, धारियाँ, और सीमाएँ, काले व सफ़ेद रंग में सम्मिलित हैं। मानचित्र पर प्रतीक को सही स्थान पर सावधानी से रखा जाता है तथा उसके चारों ओर Stylo से एक वर्ग काट लिया जाता है; स्थायी चिपकाहट उत्पन्न करने के लिए दबाव डाला जाता है।

---

1. प्रतीकों आदि के **आर्टाइप** (Artype) पत्रों को Artype Inc., शिकागो, इल०, यू० एस० ए०, बनाते हैं; इनके ब्रिटिश एजेन्ट Hunter Penrose Ltd., 106 Farringdon Road, लन्दन, E. C. 1 हैं।

प्रतीकों का चाक्षुण मानांकन

भूगोलवेत्ता, जो प्रतीकों के द्वारा मात्रात्मक तथ्यों के क्षेत्रीय वितरणों को आलेखित कर रहे हों, कभी-कभी एक महत्वपूर्ण तथ्य को पूर्ण रूप से नहीं समझते या उसकी अवहेलना भी कर देते हैं कि "···शुद्धता से बनाये गये मानचित्र सदैव शुद्धता से नहीं पढ़े जाते", जैसा कि J. I. Clarke[1] ने कहा है, जिन्होंने कि चाक्षुण अवगम में कुछ रोचक प्रयोग किये हैं। यह स्पष्ट है कि समानुपातिक प्रतीकों के मानांकन में दृष्टिभ्रम की कोटि तथा मात्रा बहुत अधिक परिवर्तनशील होती है। क्लार्क ने 33 विद्यार्थियों के एक समूह को विविध प्रतीकों वाले कार्ड दिखलाते हुए अपनी संकल्पना का परीक्षण किया और फिर परिणामों का विश्लेषण किया जिससे कि उपलब्धि की उल्लेखनीय भिन्नता प्रगट हुई। उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि प्रत्येक मानचित्र में केवल एक प्रकार के प्रतीक का उपयोग करके, सावधानी पूर्वक बनायी गयी कुंजी में बने हुए मानक आकारों का उपयोग करके, अतिव्यापी (overlapping) प्रतीकों के उपयोग से बचते हुए, तथा यदि परम आवश्यक न हो तो स्थानीय नामों को सम्मिलित न करके, जिनसे कि प्रतिरूप नष्ट हो सकता है, इस प्रकार के मानचित्र को सुधारने का प्रयास करना चाहिए।

ग्राफ़ तथा आरेख

'ग्राफ़' शब्द का उपयोग अपने व्यापक अर्थ में सामान्य रेखा-ग्राफ़, जैसे कि बारंबारता-ग्राफ़ (Frequency-graph), प्रायिकता वक्र (Probability curve), इत्यादि के साथ ही विभाजित वृत्त {'वृत्तारेख' (Pie-graph) या 'चक्रारेख' (Wheel-graph)}, 'इकाई-ग्राफ़' 'दण्ड-ग्राफ़' (अर्थात् स्तम्भीय आरेख), 'तारक-आरेख' या 'घड़ी-आरेख', तथा परिक्षेपण आरेख (Dispersion diagram) के लिए किया जाता है। इस पुस्तक में सुविधा के लिए **रेखा-ग्राफ़ों** में, जो कि निर्देशांकों की सहायता से विन्दुओं की एक श्रेणी आलेखित करके और एक रेखा से मिला कर बनते हैं, तथा **आरेखों** में, जो कि स्तम्भों, किरणों तथा त्रिज्या खण्डों जैसी विविध चित्रीय युक्तियों का उपयोग करते हैं, प्रभेद किया गया है।

रेखा-ग्राफ़

रूढ़िगत कार्तीय (Cartesian) प्रकार का रेखा-ग्राफ़ वह होता है जिसमें आयताकार निर्देशांक के द्वारा विन्दुओं की एक श्रेणी आलेखित की जाती है। भुजों को क्षैतिज मापनी पर तथा कोटियों को ऊर्ध्वाधर मापनी पर नापते हैं। एक मापनी सम-समय विभागों की एक श्रेणी {(स्वतन्त्र चरों (Independent variables)} को तथा दूसरी मापनी मात्रात्मक या प्रतिशत मानों {परतंत्र चरों (Dependent variables)} की एक श्रेणी को दर्शा सकती है। ध्रुवीय या वृत्तीय ग्राफ़, जिनमें विन्दुओं को ऐसे दो निर्देशांकों के द्वारा आलेखित करते हैं

---

1. J. I. Clarke, 'Statistical Map-Reading', *Geography*, अंक 44, पृ० 16-104 (शेफील्ड, 1959)।

जिनमें से एक तो कोण या दिक्मान (Bearing) अर्थात् सदिश कोण (Vectorial angle) तथा दूसरा उत्पत्ति के स्थान से दूरी अर्थात् सदिश त्रिज्या (Radius vector) होता है, कम रूढ़िगत होते हैं, किन्तु कुछ भौगोलिक समस्याओं में इनका विशेष प्रयोग होता है। रेखा-ग्राफ़ का एक और प्रकार वह है जिसमें तिरछे निर्देशांकों का उपयोग विन्दुओं को आलेखित करने में किया जाता है। जिस ग्राफ़ में तीन तिरछे निर्देशांकों का उपयोग हो, उसे आम तौर से त्रिभुजाकार ग्राफ़ कहते हैं।

इनमें से प्रत्येक रेखा-ग्राफ़ में, विन्दुओं को मिलाने वाली रेखा को वक्र कहते हैं। किन्तु यह वक्र प्राय: मान में व्यापक परिवर्तनों का एक चाक्षुण सहायक मात्र है और वास्तविक विन्दुपथ (Locus) से सम्पाती नहीं होता। अत: विन्दुओं को निष्कोण वक्रों को मिलाने के प्रचलन से यथासम्भव बचना चाहिए। वक्रों के निष्कोषण का कार्य वक्र बैठाना जैसी सांख्यकीय विधियों से किया जा सकता है, किन्तु जब तक ऐसी विधियों का उपयोग न किया जाय तब तक विन्दुओं को छोटी-छोटी सरल रेखाओं की एक श्रेणी से मिलाना चाहिए। जहाँ पर सतत पठन उपलब्ध हों, जैसे कि ताप-लेखी तथा वायुदाब-लेखी से बने मौसम के अभिलेख होते हैं, वहाँ पर फलस्वरूप जो वक्र बनेंगे वे, वास्तव में, यथार्थ रेखा-ग्राफ़ होंगे।

एक **सरल रेखा-ग्राफ़** (Simple line-graph) में, एक रेखा से जुड़ी हुई, मानों की एक ही श्रेणी होती है। **एक पोलीग्राफ़** (Polygraph) या **बहु रेखा-ग्राफ़** (Multiple line-graph) (चित्र 84) में, मानों के कई समूह पृथक रेखाओं से जुड़े हुए सम्मिलित रहते हैं, जिनमें प्राय: कुछ प्रत्यक्ष तुलना मिलती है। एक **मिश्र रेखा-ग्राफ़** (Compound line-graph) (चित्र 125) { जिसे **पट्टिका-ग्राफ़** (Band graph) या **समुच्चय रेखा-ग्राफ़** (Aggregate line graph) भी कहते हैं } एक ही चौखटे पर रेखाओं की एक श्रेणी के द्वारा योग तथा उसके अवयवों दोनों में मान की प्रवृत्तियों को दिखलाता है; दो उत्तरोत्तरी (Successive) रेखाओं के बीच के क्षेत्र को पृथक छायाकृत किया जा सकता है।

आयतचित्र (Histogram) एक ऐसे प्रकार का ग्राफ़ होता है जो बारंबारता वितरणों को दर्शाता है। यह नाम मूलत: वर्षा के सम्बन्ध में प्रयोग किया गया था (देखिए अ० सं० 12), जिसमें मात्राओं को भुजों के रूप में तथा बारंबारताओं की मापनी को कोटियों के रूप में आलेखित करते है। अब यह शब्द किसी भी मान की बारंबारताओं के आरेख के लिए उपयोग में आता है जैसे कि भूमि की ऊँचाइयाँ, और यह एक स्तम्भीय आरेख या दण्ड-ग्राफ़ से मिलता-जुलता है जो कि निरपेक्ष (न कि प्रतिशत) मात्राएँ दर्शाते हैं।

रेखा-ग्राफ़ों का निर्माण : संख्याओं की जिस श्रेणी का ग्राफ़ बनाना हो उसे जाँच कर अधिकतम मान ज्ञात करते हैं क्योंकि उस पर तथा कागज के उपलब्ध आकार पर ही ऊर्ध्वाधर मापनी का चुनाव निर्भर करता है। ऊर्ध्वाधर मापनी का शिखर अधिकतम मान से कुछ ही अधिक होना चाहिए। यदि शून्य सार्थक हो तो मानों के पूर्ण ऊर्ध्वाधर परास को दर्शाना चाहिए चाहे ग्राफ़ की तली में बहुत-सा क्षेत्र खाली छूट जाय, क्योंकि यदि

सम्पूर्ण परास समझ में नहीं आती तो रेखाओं की प्रवृत्तियों में आपेक्षिक परिवर्तनशीलता का एक असत्य प्रभाव उत्पन्न हो सकता है। क्षैतिज मापनी-रेखा के दोनों ओर एक ऊर्ध्वाधर रेखा खींची जाती है और स्वतन्त्र चिन्हों के द्वारा मात्राओं को दर्शाने वाले समान अन्तराल (Intervals) दिखलाये जाते हैं ।

इन विविध ग्राफ़ों को शुद्धता से रेखांकित ग्राफ़-कागज पर आलेखित करना चाहिए। तथापि, यह अधिक अच्छा होगा कि ग्राफ़ को पूर्णत: आलेखित कर लेने के बाद अनुरेखण-कागज़ तथा रेखांकन-कलम के द्वारा ग्राफ़ रेखाओं को, चौखटे को तथा मापनी को अनुरेखित कर लिया जाय। इस प्रकार से ग्राफ़ अधिक साफ़ दिखलायी पड़ता है और उसमें ग्राफ़-कागज पर आलेखित करने से प्राप्त शुद्धता तथा सफ़ेद कागज पर उत्पन्न होने वाली स्पष्टता दोनों सम्मिलित होती हैं, जो कि ग्राफ़-कागज़ के महीन व अनावश्यक रेखाजाल से छिप जातीं। इसके अतिरिक्त, ग्राफ़-कागज़ कदाचित ही कभी ऐसे अच्छे प्रकार का मिलता है जिस पर स्याही न फैले, और विशेषकर यदि उसका रेखाजाल हल्के रंग की रेखाओं का बना हो तो वह स्पष्टता से लघुकृत भी नहीं होता है। कभी-कभी एक अधिक बड़ा जाल, कदाचित आधा इंच के वर्गों का, सम्मिलित किया जा सकता है, जिससे कि प्रदर्शित मानों का अनुमान करने में आँखों को रेखाओं पर एक ओर से दूसरी ओर ले जाने में सहायता मिले ।

ग्राफ़ के चौखटे तथा जाल को यथासम्भव हल्की रेखाओं में बनाना चाहिए, जबकि ग्राफ़ रेखाओं को काफ़ी भारी रखा जाय। पौली-ग्राफ़ बनाने में अनेक प्रकार की रेखाओं का उपयोग हो सकता है (चित्र 3)। ग्राफ़ की मापनी पर मानों को लिखते समय सावधानी रखनी चाहिए कि संख्याएँ अति भारी न हो जायें; ऊर्ध्वाधर मापनी पर शून्यों की मालाएँ न बन जायें, इसके लिए मापनी के शिखर पर, उदाहरण के लिए, 'हज़ार टन' लिख देना चाहिए तथा विभागों के सम्मुख 1, 2, 3 आदि संख्याएँ ही लिखनी चाहिए।

आरेख

स्तम्भीय आरेखों में, जिन्हें कभी-कभी दण्ड-आरेख कहते हैं, अपने द्वारा प्रदर्शित मात्राओं के समानुपातिक लम्बाई के स्तम्भों या दण्डों की एक श्रेणी होती है। ये **सरल** हो सकते हैं, जिसमें प्रत्येक दण्ड एक योग मान को दर्शाता है, या **मिश्र** जब कि योग मान के साथ ही अवयवों को दर्शाने के लिए प्रत्येक दण्ड को विभाजित कर देते हैं। दण्डों को ऊर्ध्वाधर (चित्र 128) या क्षैतिज (चित्र 173) या पिरैमिड के रूप में (चित्र 174) रख सकते हैं; प्राय: पहिला तरीका सबसे सन्तोषजनक होता है, यदि समय मापनी का विषय हो। मानों की मापनी निश्चित कर लेने के बाद प्रत्येक दण्ड की सही लम्बाई परिकलित कर लेते हैं तथा समांतर रेखाएँ खींच ली जाती हैं; यह सावधानी रखनी चाहिए कि दण्ड अत्यधिक चौड़ा न हो। अच्छा होगा यदि प्रत्येक दण्ड के बीच उससे कम चौड़ा स्थान खाली छोड़ा जाय, यद्यपि कुछ दशाओं में, विशेषकर वर्षा-आरेखों में दण्डों के बीच में कोई स्थान खाली छोड़ना आवश्यक नहीं है; इन्हें प्राय: इनकी परिच्छेदिका के कारण वर्णन में 'रणपोत-

आरेख' कहते हैं (चित्र 69)। जब प्रत्येक दण्ड की रूपरेखा रेखांकन कलम से बना ली जाय, तो उसे ठोस काले रंग से कर्णात्मक छायाकरण से भर सकते हैं।[1] मिश्र दण्ड-ग्राफ़ में, अनेक छायाकरणों तथा विन्दुओं का उपयोग किया जा सकता है (चित्र 175)।

विभाजित आयत इस बात में दण्ड-ग्राफ़ों से मिलते-जुलते हो सकते हैं कि उनकी लम्बाइयाँ उनके द्वारा प्रदर्शित मानों के प्रत्यक्ष समानुपाती होती हैं, किन्तु इन्हें श्रेणी में आलेखित किया जाता है। जब मापनी रेखीय हो तो आयतों को प्रायः जानबूझ कर चौड़ा कर दिया जाता है जिससे कि उनके अवयव विभागों में नाम तथा संख्याएँ लिखी जा सकें। इसके विपरीत, इनकी मापनी क्षेत्रीय हो सकती है, जिस दशा में पूरे आयत तथा उसके विभागों का क्षेत्रफल उनके द्वारा प्रदर्शित मात्राओं के प्रत्यक्ष समानुपाती होता है।[2] या तो निरपेक्ष मात्राओं को दिखला सकते हैं, या, तुलना के लिए आयतों को मानक आकार का रख कर उन्हें प्रतिशत आधार पर विभाजित किया जा सकता है।

विभाजित वृत्तों में, जिन्हें कभी-कभी 'चक्र ग्राफ़' या 'पाई-ग्राफ़' कहते हैं, विभाजित आयतों के लगभग समान ही ये अच्छाइयाँ होती हैं कि वे स्पष्ट समानुपातिक प्रभाव प्रस्तुत कर सकते हैं तथा काफ़ी सूचना से पूर्ण हो सकते हैं (चित्र 132)। एक वृत्त को त्रिज्याखण्डों में विभाजित करते हैं, जिनमें से प्रत्येक अपने द्वारा प्रदर्शित मान के समानुपातिक होता है। प्रतिशत ग्राफ़-कागज़ पर (देखिए पृष्ठ 10) जिसके केन्द्र पर 3.6 अंश वाले 100 कोण बने रहते हैं, कार्य करना सुविधाजनक होता है। यदि दो या तीन ही बृहत विभाग करने हों तो, 360° के समानुपातों का परिकलन सरलता से किया जा सकता है। बची हुई मात्राओं के विषय में सावधानी रखनी चाहिए। पहिले बड़े विभागों के कोण बना लेने की इच्छा होती है, जिसके फलस्वरूप संचयी त्रुटि सबसे छोटे विभाग में सर्वाधिक हो जाती है। यदि 'अन्य' का एक मिश्र संवर्ग न हो तो, छोटे विभागों को पहिले नापना तथा सीमांकित करना चाहिए, जिससे कि संचयी त्रुटि बड़े त्रिज्याखण्ड में समाविष्ट हो जाय जहाँ कि उसका प्रभाव नगण्य होगा। विभाजित वृत्त के अक्षरलेखन में सावधानी रखनी चाहिए, जिससे कि नामों को पढ़ने के लिए पन्ने को घुमाना न पड़े।

तारक-आरेख, जिन्हें कभी-कभी 'घड़ी-आरेख', 'पुष्प' या 'सदिश-आरेख' कहते हैं, ऐसे ग्राफ़ होते हैं जिनमें मानों को मूल विन्दु से त्रिज्याओं की भाँति आलेखित किया जाता है। जहाँ कहीं सदिश मानों का काम पड़ता हो, वहाँ पर यह विशेष उपयोगी होता है, जैसा कि पवनारेखों में (देखिए अ० सं० 13 तथा चित्र 90)। इसमें समानुपातिक लम्बाई की किरणों

---

1. G. M. Schultz ने, 'Beware of Diagonal Lines in Bar Graphs', *Professional Geographer*, अंक 13, संख्या 4, पृ० 28-9, (न्यूयार्क, 1961) में सचमुच एक चेतावनी दी है; इन्होंने इस छायाकरण के कारण झुकने (Tilting) तथा गिरने (Tipping) के दृष्टिभ्रम को निरूपित (Demonstrate) किया है और इनके बजाय काले, सफ़ेद तथा विन्दुओं की संस्तुति की है।

2. E. Raisz, 'The Statistical Rectangular Cartogram', *Geographical Review*, अंक 24, पृ० 292-6 (न्यूयार्क, 1933-4)।

के बजाय समानुपातिक मोटाई की किरणें बना सकते हैं जो, उदाहरण के लिए, वस्तुओं या जनसंख्या के संचलन की सही दिशा में और सम्भवतः वास्तविक लक्ष्य तक विकिरण करती हों।

परिक्षेपण आरेख (Dispersion Diagrams) वहाँ पर उपयोगी होते हैं जहाँ मानों की एक श्रेणी के फैलाव या प्रकीर्णन का विश्लेषण करना हो (देखिए परिशिष्ट, अ० सं० 14)। मूल सिद्धान्त यह है कि एक मान को दर्शाने के लिए एक ऊर्ध्वाधर मापनी के सहारे केवल एक विन्दु आलेखित करते हैं। वर्षा के विश्लेषण में परिक्षेपण आरेख का विशेष प्रयोग होता है (देखिए अ० सं 15 तथा चित्र 92)। इसके अतिरिक्त इसे वर्णमात्री या सममानरेखी मानचित्रों के लिए घनत्व परिसरों के क्रान्तिक मानों को निर्धारित करने में सहायक के रूप में प्रयोग किया जा सकता है।

रंगारेखी मानचित्र

ऐसे विविध प्रकार के मानचित्र संग्रह करना तथा बनाना सम्भव है जो स्थानिक वितरणों को समझाने में सहायक हों। इनके एक वर्ग (group) में मात्राओं तथा मानों का कोई विचार नहीं होता है। अतः संयुक्त राज्य के कपास क्षेत्र की रूप रेखा बनायी तथा रंगी जा सकती है और ब्रिटिश कोयला क्षेत्रों का ठोस काले रंग में चित्रण किया जा सकता है। भूमि उपयोग, मिट्टी तथा भूगर्भ के मानचित्र (चित्र 59) इन मानचित्रों का एक बड़ा समानुपात प्रस्तुत करते हैं। मानचित्र के इस संवर्ग को **रंगारेखी** (Chorochromatic) कहा जा सकता है; अमेरिका में इसे प्रायः 'रंग क्षोप' (colour patch) मानचित्र कहते हैं, जब रंग शब्द को 'रंग' (Tint) या 'छाया' के अत्यन्त व्यापक अर्थ में प्रयोग किया जाता है।

क्षेत्रवर्णनी संहृति मानचित्र (Chorographic Compage Maps)

जे० एफ़० हार्ट तथा ई० मेथर[1] ने यह नाम ऐसे मानचित्र के लिए निकाला था जिस पर कुछ विशिष्ट स्थानों या छोटी इकाइयों की स्थिति बतायी जाती है, जिनके विषय में पृथक रूप से विस्तृत जानकारी उपलब्ध होती है। आँकड़ों को मानचित्र के बाहर आयतों में ग्राफ़ों, विभाजित वृत्तों, स्तम्भों आदि के रूप में दर्शाया जाता है। इस प्रकार से, बिना मानचित्र के मुख को भीड़भरा बनाये हुए, तुलनात्मक आँकड़ों का स्पष्ट प्रदर्शन होता है और फिर भी स्थानिक वितरणों का तात्कालिक गुण ग्रहण सम्भव हो जाता है।

सममानरेखी तथा वर्णमात्री मानचित्र

परिभाषाएँ

स्थानिक वितरण के साथ ही मात्रा का कुछ संकेत देने वाले मानचित्रों में, जिन्हें

---

1. J. F. Hart तथा E. Mather, 'The Chorographic Compage Map', *Surveying and Mapping*, अंक 13, पृ० 333-7 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1953)।

'मात्रात्मक क्षेत्रीय मानचित्र' (Quantitative area maps) कहते हैं, दो मुख्य वर्ग होते हैं। प्रथम वर्ग में ऐसे मानचित्र सम्मिलित हैं जिनमें मात्राओं को सममानरेखाओं से दिखलाया जाता है, जैसे कि समोच्च रेखाएँ तथा समताप रेखाएँ होती हैं। दूसरे वर्ग में ऐसे मानचित्र आते हैं जो किसी प्रशासनिक प्रदेश में, जिसके कि आँकड़े उपलब्ध हों, औसत मान प्रति इकाई क्षेत्रफल दर्शाते हैं, जैसे कि जनसंख्या का घनत्व प्रति वर्ग मील, कृषि के अन्तर्गत भूमि का क्षेत्रफल, तथा कृष्य भूमि की प्रति एकड़ उपज।

यह मानना होगा कि इन मानचित्रीय शब्दों के भेदों को बतलाने के लिए जो बहुत से शब्द बनाये गये हैं उनके विषय में भारी गड़बड़ी है।[1] उदाहरण के लिए मानचित्रों पर स्थिर मानों को दर्शाने वाली सभी रेखाओं के लिए एक नाम के रूप में **सममान रेखा**, **समघनत्व वक्र** (Isarithm),[2] **समरेखा** (Isoline),[3] **समोत्थान रेखा** (Isobase), **आइसोग्राम** (Isogram), **सममितीय रेखा** (Isontic line तथा Isometric line) आदि शब्दों का समय-समय पर उपयोग किया गया है। जे० के० राइट का प्रस्ताव था कि मात्रा की सभी रेखाओं के लिए **आइसोग्राम** (Isogram) शब्द का उपयोग किया जाय, और इसके दो उपविभाग हों।[4] उन्होंने पहले वर्ग को **सममितीय रेखाएँ** (Isometric line), (ग्रीक, Metron=माप) कहा, जो कि समोच्च रेखा, समताप रेखा, या समदाब रेखा

---

1. यहाँ पर A. Bargilliat के *Vocabulaire pratique anglais-français et français-anglais des termes techniques concernant le cartographie, (géodésie, topographie, dessin, photomécanique, impression)* (पेरिस, 1944) में भौगोलिक शब्दों की एक उपयोगी सूची और साथ ही उनके अंग्रेज़ी-फ्रान्सीसी तुल्य शब्दों का उल्लेख किया जा सकता है।
2. समघनत्व वक्र (Isarithm) शब्द को कभी-कभी (Gr. *Arithmos*, संख्या से) स्थिर मान की सभी रेखाओं के एक जातीय नाम के रूप में प्रयोग करते हैं, जैसा कि D. I. Blumenstock के द्वारा 'The Reliability Factor in the Drawing of Isarithms', *Annals and the Association of American Geographers*, अंक 43, पृष्ठ 289-304 (लंकास्टर, पे०, 1953) में; और A. H. Robinson के द्वारा *Elements of Cartography*, पृ० 139 (द्वितीय संस्करण, न्यूयार्क, 1960) और 'The Cartographic Representation of the Statistical Surface', *International Yearbook of Cartography*, अंक 1, पृ० 53-66 (लन्दन, 1961) में मिलता है। A. G. Ogilvie के द्वारा *Report of the Commission for the Study of Population Problems*, पृ० 7 (वाशिंगटन, 1952) में जनसंख्या के घनत्व की सममान रेखाओं के सन्दर्भ में इसका अधिक सीमित अर्थ में उपयोग हुआ है।
3. E. Imhof, 'Isolinienkarten', *International Yearbook of Cortography*, अंक 1, पृ० 64-98 (लन्दन, 1961); समरेखा (Isoline) (जो कि यहाँ पर व्यापक शब्द है) के प्रकारों तथा उनके उपयोग, विवेचन तथा कमियों का परिपूर्ण सारांश।
4. J. K. Wright, 'The Terminology of Certain Map Symbols', *Geographical Review*, अंक 34 (न्यूयार्क, 1944)।

जैसी वह रेखा है जो "प्रत्येक विन्दु के विषय में, जहाँ से वह जाती है, एक स्थिर मान या तीव्रता (intensity) दर्शाती है।" दूसरे वर्ग को उन्होंने **सममानरेखाएँ** (Isopleths)[1] (ग्रीक, Plethos = एक भीड़) कहा है, जो कि "ऐसे क्षेत्रों के विषय में, जहाँ से वह जाती है, एक स्थिर मान, मात्रा या गणना को दर्शाने वाली रेखा है", जैसे कि जनसंख्या के समान घनत्व की रेखाएँ।

राइट ने यह सुझाव भी दिया है कि सभी मात्रात्मक क्षेत्रीय प्रतीकों को बताने के लिए **कोरोग्राम** (Chorogram) शब्द का उपयोग किया जाय, जिसमें **वर्णमात्रा** (Choropleths) तथा **कोरिसोग्राम** (Chorisograms) (ग्रीक, Choros = क्षेत्र या स्थान) दो मुख्य संवर्ग हों। उन्होंने प्रशासनिक उपविभाग पर प्रयुक्त एक क्षेत्रीय प्रतीक के लिए वर्णमात्रा शब्द का उपयोग किया है, जैसे कि किसी पैरिश या काउन्टी में जनसंख्या के घनत्व का संकेत,[2] जबकि कोरिसोग्राम की परिभाषा उन्होंने इस प्रकार दी है कि यह दो उत्तरोत्तर आइसोग्राम में प्रभेद करने के लिए प्रयुक्त छायाकरण या रंग की एक प्रणाली है। दो अन्य शब्दों में प्रभेद करके एक और उलझाव उत्पन्न किया गया है अर्थात् जहाँ पर दो सममितीय रेखाओं के बीच कोटि निर्धारित (Graded) छायाकरण तथा रंग भरे जाते हैं उसे **कोरिसोमीटर** (Chorisometers) कहा जाय, तथा जहाँ इन्हें दो सममानरेखाओं के बीच में भरें वहाँ पर **कोरिसोप्लेथ** (Chorisopleths) कहें। इसी प्रकार से **कोरिसोमेट्रोग्राम** (Chorisometrograms) तथा **कोरिसोकोर** (Chorisochores) जैसे अन्य कठिन संयुक्त शब्द भी मिलते हैं।

---

1. *Geographical Review*, अंक 20, पृ० 341 (न्यू यार्क, 1930) में एक अहस्ताक्षरित टीप, 'Isopleth as a Generic Term' भी देखिए। J. Ross Mackay ने 'Some Problems and Techniques in Isopleth Mapping', *Economic Geography*, अंक 27, पृ० 1-9 (वोरसेस्टर, मैस०, 1951) में सममानरेखा (Isopleth) शब्द को एक सीमित अर्थ में प्रयोग किया है, जैसा कि Wright का सुझाव है। यहाँ पर यह एक ऐसी रेखा है जो 'क्षेत्रों के अनुपातों' (Ratios for areas) से होकर जाती है, और इस प्रकार निरपेक्ष मात्राओं (Absolute Quantities) के बजाय अनुपातों को दिखलाती है। ये 'सममानरेखा की मात्रा' (Quantity of an isopleth), उसी क्षेत्रीय पट्टी की जैसी बतलाते हैं जिसमें से वह होकर जाती है।
2. E. Raisz ने *General Cartography*, पृ० 246 (प्रथम संस्करण, न्यू यार्क, 1938), में इस बात पर बल दिया है कि वर्णमात्रा (Choropleth) शब्द को प्रशासनिक इकाइयों तक ही सीमित रखना आवश्यक नहीं है, किन्तु कोई मानचित्र जो कि ऐसे वर्गों में विभाजित हो जिनका घनत्व परिकलित किया जा सकता है और फिर रंगा हुआ या छायाकृत हो, वह भी वर्णमात्री मानचित्र होगा। इन्होंने यह सुझाव दिया है कि जो मानचित्र प्रशासनिक विभागों पर आधारित हों, उनके लिए एक अधिक सीमित शब्द डेमोप्लेथ (Demopleth) का उपयोग किया जाय।

(**टीप** : यह शब्द द्वितीय संस्करण (1948) में असम्मिलित था।)

इस शब्दावली को अभी मानक उपयोग का नहीं माना गया है। इस पुस्तक में सममानरेखा शब्द को उसके व्यापक अर्थ में सभी मात्रा सम्बन्धी रेखाओं को बतलाने के लिए प्रयोग किया गया है तथा उन सभी रंगीन या रंगरहित मानचित्रों को जिन पर सममानरेखाएँ बनी हों सममानरेखी मानचित्र कहा गया है। वर्णमात्री मानचित्र संवर्ग में वे सभी मात्रात्मक क्षेत्रीय मानचित्र आयेंगे जिनका परिकलन औसत संख्या प्रति इकाई क्षेत्रफल के आधार पर किया जाता है।

सममानरेखी मानचित्र

सममानरेखी मानचित्र की व्यापक परिभाषा के अनुसार उसका कदाचित सबसे सामान्य उदाहरण एक समोच्च रेखा मानचित्र है। इसके अतिरिक्त इस आधार पर अनेक मानचित्र बनाये जा सकते हैं कि अधिक से अधिक सम्भव स्थानों के मानों को आलेखित किया जाय और विशिष्ट मानों के लिए सममानरेखाओं का अन्तर्वेशन किया जाय।[1] ये रेखाएँ या तो समान मानों वाले स्थानों में होकर खींची जाती हैं या उनके बीच में समानुपातिक तरीके से अन्तर्वेशित की जाती हैं[2] (चित्र 11-14)। अतः, 50° फ़० समताप रेखा को 45° फ़० तथा 55° फ़० औसत तापमानों वाले दो स्थानों के ठीक मध्य से जाते हुए माना जा सकता है। इन सममानरेखी मानचित्रों का उपयोग विभिन्न जलवायु वितरण (समताप रेखाएँ, समदाब रेखाएँ, समवर्षा रेखाएँ तथा सममेघ-रेखाएँ), समुद्र का खारापन (समलवण-रेखाएँ) और वास्तव में किसी भी ऐसे लक्षण को दर्शाने के लिए किया जा सकता है जिसके विषय में आँकड़े उपलब्ध हों और उन्हें विशेष विन्दुओं की किसी श्रेणी के लिए

---

1. मिनेसोटा विश्वविद्यालय के P. W. Porter की एक गणना के अनुसार यह प्रगट होता है कि सन् 1900 और 1957 के बीच अमेरिका की तीन प्रमुख भौगोलिक पत्रिकाओं (Periodicals) (*Annals of the Association of American Geographers*, *Economic Geography* तथा *Geographical Review*) में 440 सममानरेखी (Isopleth) मानचित्र प्रकाशित हुए थे, जिनका 20%, तो व्यस्ततम काल (peak-period) 1938-40 में रहा।
2. सम्भव अविश्वमनीयता की कुछ सांख्यकीय विवक्षाओं के साथ ही अभिनति (Bias) के सुधार की विधियों, प्रतिचयन तथा प्रेक्षण की त्रुटियों (विशेषकर तापमान के मानचित्रों से सम्बन्धित) के विषय में एक सावधानी-पूर्ण टीप के लिए D. I. Blumenstock, 'The Reality Factor in the Drawing of Isarithms', *Annals of the Association of American Geographer*, अंक 53, पृ० 289-304 (लंकास्टर, पे०, 1953); G. Ross Mackay, 'Some Problems and Techniques in Isopleth Mapping', *Surveying and Mapping*, अंक 12, पृ० 32-8 (वाशिंगटन, 1952) भी देखिए; यह नियंत्रण विन्दुओं (Control points), अन्तर्वेशन (interpolation), अन्तरालों (Intervals), तथा अनुपातों की विश्वसनीयता के विषय में है; और 'An Analysis of Isopleth and Choropleth Intervals', *Economic Geography*, अंक 31 पृ० 71-81 (वोरसेस्टर, मैस०, 1955)।

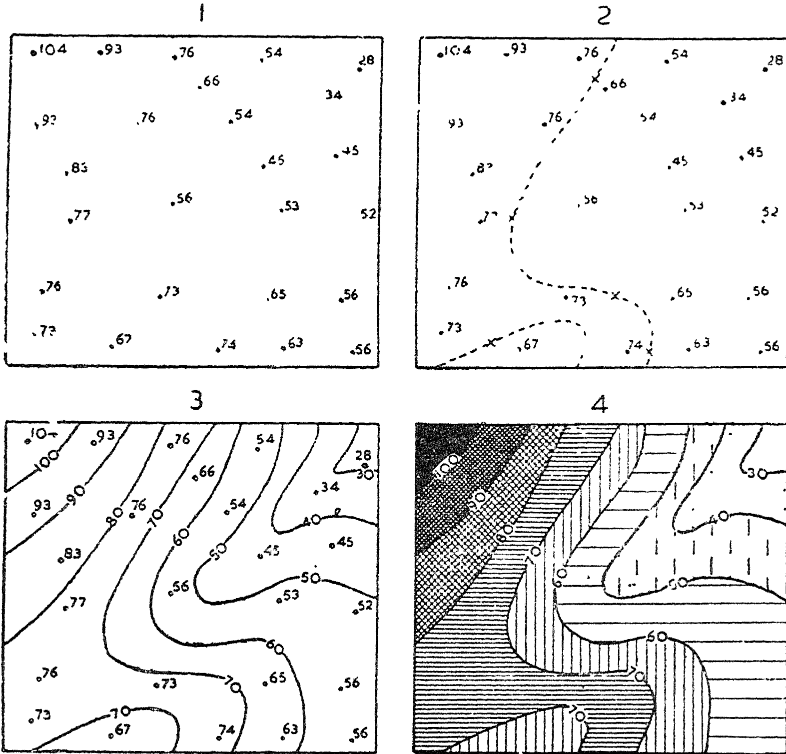
आलेखित किया जा सके। यहाँ तक हुआ है कि बुद्धि के प्रतिशतों को बतलाने के लिए **आइसोनायटी रेखा** (isonoetic line)[1] शब्द बनाया गया है (ग्रीक, noetikos = बुद्धिजीवी), तथा किसी स्थान से समान भाड़े की दर वाले स्थानों को मिलाने वाली रेखा को **सम वहन शुल्क रेखा** (isophore) कहा गया है (phora एक ग्रीक शब्द है, भाड़े के लिए)।[2] **समोत्थान रेखा** (ग्रीक, basein = उत्थान) एक ऐसी रेखा है जो स्थल तथा समुद्र के आपेक्षिक संचलनों के कारण समान रूप से ऊपर उठे (या ऋण मात्राओं में, नीचे गये हुए) विन्दुओं की किसी श्रेणी में होकर खींची जाती है।[3]

जब एक सममान रेखा का उपयोग एक घनत्व या अनुपात के मानचित्र के लिए किया जाता है, जैसे कि जनसंख्या का घनत्व या किसी विशेष फ़सल के अन्तर्गत कृषित भूमि का प्रतिशत, तो समस्या कुछ और कठिन हो जाती है। ऐसी सममान रेखाओं को खीचने के तरीकों (और उनसे बने प्रतिरूपों) को निर्धारित करने वाले चार मुख्य चर इस प्रकार है : (i) चुने हुए मान-अन्तराल; (ii) जिन इकाइयों के आँकड़े उपलब्ध हों उनकी आकृतियाँ तथा आकार; (iii) प्रत्येक इकाई में आलेखन-विन्दुओं की स्थिति (जो कि केन्द्रीय हो सकती है या नहीं भी); तथा (iv) अन्तर्वेशन की वास्तविक विधि।[4] मान-अन्तरालों को मानचित्रण के लिए दी गयी मात्राओं के सम्पूर्ण परिसर पर और वितरण के प्रकीर्णन की एक जाँच (trial scatter) पर आधारित करते हुए सावधानी से चुनना चाहिए (देखिए अ० सं० 16); ये समघनत्व (Isarithmic) अर्थात् एक तालबद्ध (rhythmic) अन्तराल पर आधारित अर्थात् समान अंकगणितीय अन्तराल) (उदाहरणार्थ 10, 20, 30), ज्यामितीय (2, 4, 16) हो सकते हैं, या इन्हें बारंबारता वितरण में प्राकृतिक क्रमभंगों (Break) पर आधारित कर सकते हैं (देखिए अ० सं० 17)। सांख्यकीय इकाइयों (कम्यूनों, पैरिशों, काउन्टियों या प्रान्तों) के आकार के द्वारा यह निर्धारित होगा कि जिन मानांकित विन्दुओं से प्रत्येक सममानरेखा अन्तर्वेशित की जा सकती है उनकी संख्या और घनत्व क्या होगा और फलस्वरूप सममानरेखा की परिशुद्धता भी इस पर निर्भर होगी। किसी भी सांख्यकीय इकाई के मध्य विन्दु की स्थिति

---

1. P. Scott, 'An Isonoetic Map of Tasmania', *Geographical Review* अंक 47, पृ० 311-29 (न्यू यार्क, 1957)।
2. J. W. Alexander, S. E. Brown तथा R. E. Dahlberg. 'Freight Rates : Selected Aspects of Uniform and Nodal Regions,' *Economic Geography*, अंक 34, पृ० 7-18 (वोरसेस्टर, मैस०, 1958)।
3. H. Valentin, 'Present Vertical Movements of the British Isles', *Geographical Journal*, अंक 99, पृ० 303 (लन्दन, 1953)।
4. इन विन्दुओं के महत्वपूर्ण मानांकन तथा इनकी सार्थकता के लिए देखिए : (1) J. Ross Mackay, 'The Alternative Choice in Isopleth Interpolation', *Professional Geographer*, अंक 5, संख्या 4, पृ० 2-4 (न्यूयार्क, 1953); तथा (2) P. W. Porter, 'Putting the Isopleth in its Place', *Proceedings of the Minnesota Academy of Science*, अंक 25, पृ० 372-84 (सेन्ट पॉल, मिन०, 1958)।

निश्चित करना एक कठिन कार्य होता है, विशेषकर जब कि उसकी आकृति अनियमित या लम्बायमान हो। अन्तर्वेशन करने में प्राय: दो विन्दुओं के बीच में मान की वृद्धि को एक समान मानते हैं और इस प्रकार सममानरेखा को समानुपातिक स्थिति प्रदान करते हैं (जैसा कि चित्र 11–14 में); ऐसी स्थिति में और सम ढाल पर समोच्च रेखाओं को अन्तर्वेशित करने में, यह तरीका बिल्कुल अनुमेय है तथा इससे पर्याप्त परिशुद्धता प्राप्त की



चित्र 11-14—सममानरेखाओं का अन्तर्वेशन

जा सकती है। किन्तु कृषि तथा जनसंख्या के घनत्वों के विषय में यह बात वास्तविकता से बहुत दूर हो सकती है। इनमें से कुछ कठिनाइयों को दूर करने के लिए अ० सं० 18 में निर्देशित पृष्ठों पर अनेक प्रविधियाँ सुझायी गयी हैं। जहाँ आँकड़ों का वितरण विन्दुओं के रूप में दर्शाया गया हो उस पर ग्रिड का अध्यारोपण करके उन विन्दुओं को गिना जा सकता है, और इस प्रकार प्रत्येक ग्रिड कोष्ठ के केन्द्र-विन्दु का मान ज्ञात हो जाता है। यह ग्रिड वर्गाकार हो सकता है या जैसा कि जे० रॉस मैके तथा पी० डबल्यू० पोर्टर ने प्रयोग

किया है (उ० ग्र०), यह षट्कोणीय[1] भी हो सकता है, जिसमें घनीय ग्राफ़-कागज़ की आवश्यकता पड़ती है (देखिए पृ० 10)। षट्कोण की आकृति एक वृत्त के निकटतम होती है, जिसमें कि सीमा रेखा केन्द्र विन्दु से समान दूरी पर रहती है, और फिर भी इसके द्वारा किसी क्षेत्र को अनअध्यारोपी इकाइयों से पूर्णत: ढक देना सम्भव होता है। इसके अतिरिक्त, आसन्न षटकोणों के केन्द्र विन्दु समबाहु त्रिभुज बनाते हैं और इस प्रकार से अन्तर्वेशन की वे समस्याएँ नहीं उत्पन्न होतीं जो सम मानों के कारण वर्गाकार ग्रिड में उपस्थित रहती हैं।

वर्णमात्री मानचित्र

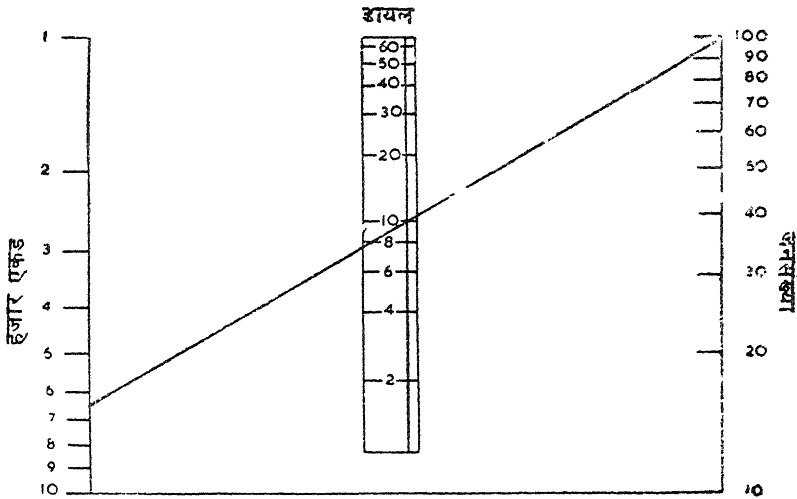
क्षेत्रीय घनत्व मानचित्रों के परिकलन तथा संग्रह के लिए विविध प्रकार के आँकड़ों का उपयोग किया जा सकता है। मानचित्र की मापनी तथा वांछित विस्तरण पर यह निर्भर करता है कि किन प्रशासनिक इकाइयों को वास्तव में आधार रूप में चुना जाय। अत: बेल्जियम के एक लघु-मापनी मानचित्र को उसके नौ प्रान्तों के औसत आँकड़ों पर आधारित किया जा सकता है, किन्तु एक विस्तारपूर्ण बृहत्-मापनी मानचित्र के लिए 2,670 कम्यूनों के आँकड़ों का उपयोग करना चाहिए। फिर भी, जहाँ पर प्रशासनिक इकाइयों की आकृतियाँ अनियमित हों, वहाँ एक भ्रान्तिपूर्ण प्रतिरूप उत्पन्न हो सकता है। इंगलैण्ड के बहुत से भागों के सँकरे पैरिश,[2] लारेंशियन शील्ड में उत्तर की ओर क्षेपित कनाडा की लम्बी काउन्टियाँ, ब्रसेल्स के सूक्ष्म कम्यून और उत्तर-पूर्वी बेल्जियम की अजोत भूमि के बड़े कम्यून आदि सबसे घनत्व मानचित्रों पर विचित्र बनावटी प्रतिरूप उत्पन्न हो सकते हैं। इसके विपरीत फ्रान्स के डिपार्टमेन्टों की आकृतियों तथा क्षेत्रफलों की उल्लेखनीय एक-रूपता के कारण अत्यन्त प्रभावशील मानचित्र बनते हैं (चित्र 110—11)।

यह समझ लेना चाहिए कि घनत्व मानचित्र कभी-कभी बड़े विस्तृत क्षेत्रों पर केवल औसत वितरण को प्रगट करते हैं, क्योंकि वे प्रशासनिक इकाइयों से सम्बन्धित होते हैं। ऐसा होने के कारण, प्राय: यह भ्रम होता है कि जो विशाल इकाई एक औसत मान के क्षेत्र में पड़ती है उस इकाई में वितरण सम्बन्धी एकरूपता होगी। यथार्थ में यह वास्तविकता से

---

1. A. H. Robinson, J. B. Lindberg तथा L. W. Brinkman, 'A Correlation and Regression Analysis applied to Rural Farm Population Densities in the Great Plains', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 51, पृ० 214 (लारेन्स, कन्सास, 1961) ने सममानरेखी अन्तर्वेशन को चित्र द्वारा समझाने के साथ ही षट्कोणीय ग्रिड के महत्व पर बल दिया है। यहाँ पर काउन्टी की जनसंख्या के आँकड़ों को प्रत्येक षट्कोण में नियन्त्रक विन्दुओं के मानों में बदलने के लिए जो सांख्यकीय विधियाँ काम में लायी गयी हैं वे पाठकों को रुचिकर होंगी।
2. J. T. Coppock, 'The Parish as a Geographical Statistical unit', *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, अंक 51, पृ० 317-26 (रॉटरडम, 1960)।

दूर है, क्योंकि स्थानीय विभिन्नताओं के एक विशाल परिसर को एक स्थूल औसत छिपा सकता है; स्पष्ट है कि प्रशासनिक इकाई जितनी बड़ी चुनी जायेगी, मानचित्र में प्रदर्शित सामान्यीकरण उतना ही अधिक व्यापक होगा। संग्रहकर्ता प्रशासनिक सीमाओं के उपयोग को यदाकदा ही छोड़ सकता है, जब कि भूमि सम्बन्धी विस्तृत जानकारी के उपयोग से, अधिक परिशुद्ध घनत्व सीमाएँ परिकलित की जा सकती हैं (देखिए अ० सं० 19)।



चित्र 15—एक संरेखण चार्ट (Nomograph)

जे० डब्ल्यू० अलेग्ज़ैन्डर तथा जी० ए० ज़होरचक, 'Population-Density Map of the United States : Techniques and Patterns', *Geographical Review*, अंक 33, पृष्ठ 458 (न्यूयार्क, 1943) पर आधारित।

प्रत्येक प्रशासनिक इकाई के औसत घनत्व का परिकलन. वर्णमात्री मानचित्र के निर्माण में पहिला कदम होता है। घनत्व का परिकलन करना बड़ी मेहनत का काम है, किन्तु स्लाइड रूल या डेस्क परिकलन यन्त्र की सहायता से अथवा ग्राफ़ के निरीक्षण से यह कार्य और जल्दी किया जा सकता है। यदि तीन या अधिक चरों का काम पड़े तो एक **संरेखण चार्ट** (Nomograph) का उपयोग किया जा सकता है।[1] तीन या अधिक चरो के फलनों को हल करने की यह एक आलेखी विधि है (चित्र 15)। इस ग्राफ़ में तीन या अधिक सम्बन्धित मापनियाँ होती हैं और उनके आर पार एक सीधी कोर रख कर मानों को पढ़ा जाता है। अत:, यदि जनसंख्या की तथा क्षेत्रफल की केवल योग संख्याएँ ज्ञात हैं, और

---

1 F. T. Mavis, *The Construction of Nomographic Charts* (स्क्रैन्टन पे०, 1948); तथा S. A. Emery, 'Nomography Applied to Land Surveying', *Surveying and Mapping*, अंक 14, पृ० 59-63 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1954)।

किसी प्रशासकीय इकाई के लिए व्यक्ति प्रति वर्ग मील में जनसंख्या का घनत्व ज्ञात करना है तो एक संरेखण चार्ट बनाया जा सकता है। इसके लिए अर्ध-लघुगणकीय ग्राफ़-कागज़ का उपयोग आवश्यक होता है, अन्यथा ग्राफ़ इतना बड़ा हो जायेगा कि उससे असुविधा होगी। एक-चक्रीय लघु-गणकीय ग्राफ़-कागज़ पर क्षेत्रफलों को बायें सिरे पर आलेखित करते हैं तथा मानों को ऊपर से नीचे की ओर बढ़ता हुआ रखते हैं। इसी प्रकार से जनसंख्या को एक दूसरे कागज़ पर दाहिने किनारे की ओर आलेखित करते हैं जिसमें मानों को नीचे से ऊपर की ओर ले जाते हैं। एक तीसरे ग्राफ़-कागज़ पर, जो कि दो-चक्रीय लघु-गणकीय होता है, प्रति वर्ग मील व्यक्तियों की एक मापनी नीचे से ऊपर की ओर आलेखित की जाती है; यह एक डायल (dial) की भाँति कार्य करती है जिसे अन्य दोनों मापनियों के साथ आपेक्षिक स्थिति में रखना पड़ता है। इस स्थिति विशेष में डायल को इतना सरकाते हैं कि इस पर का 10 बायीं मापनी के 6,400 एकड़ तथा दाहिनी मापनी के 100 व्यक्तियों को मिलाने वाली सीधी रेखा पर आ जाता है, क्योंकि 100 व्यक्ति प्रति 6,400 एकड़ का मान 100 व्यक्ति प्रति वर्ग मील के बराबर होता है। एक बार सही स्थिति में कर देने पर संरेखण चार्ट का उपयोग घनत्व के परिकलन में तथा एकड़ों से वर्ग मील बनाने के लिए एक ही साथ किया जा सकता है।

घनत्व की मापनी का चुनाव अगली समस्या होती है; मापनी को बदलने पर उन्हीं आँकड़ों से बहुत ही भिन्न प्रभाव उत्पन्न हो जाना सम्भव है। इसे अंकगणितीय श्रेणी (Arithmetical progression) में (0—100, 100—200, 200—300 प्रति इकाई इत्यादि), ज्यामितीय श्रेणी में (0—64, 64—128, 128—256 इत्यादि) और एक 4—संवर्ग-मानचित्र के लिए चतुर्थक समूहों (Quartile groupings) में, या अनियमित अन्तरालों पर रखा जा सकता है। अन्तिम तरीका तब मान्य होता है जब वह वितरण के अर्थपूर्ण लक्षणों को प्रगट करता हो जो कि किसी नियमित मापनी से अज्ञात रह जायेंगे। अर्थपूर्ण समूह कहाँ स्थित होंगे, यह दिखलाने में परिक्षेपण आरेख सहायक होगा।[1]

वर्णमात्री मानचित्रों का बनाना : घनत्व के मान जिन विशेष प्रशासनिक इकाइयों पर आधारित होते हैं उनकी सीमाओं को पहिले पेन्सिल से बनाते हैं। प्रत्येक प्रशासनिक इकाई में एक सांकेतिक संख्या या अक्षर लिख देते हैं (जैसे कि पाँच घनत्वों की मापनी में 1 से 5 या क से ङ)। पूरा हो जाने पर, प्रारूप पर प्रत्येक संवर्ग को चित्रांकनी से रंग देना

---

1. G. M. Schultz ने 'An Experiment in Selecting Scale Values for Statistical Distribution maps', *Surveying and Mapping*, अंक 21, पृ० 224-30 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1961) में इस समस्या का विस्तृत परीक्षण किया है। इन्होंने विभिन्न मापनी मानों (Scale values) को लेकर 3, 4, 5 तथा 6 संवर्गों वाले वर्णमात्री मानचित्रों की एक तुलनात्मक श्रेणी बनायी और वांछित उद्देश्य को ध्यान में रखकर परिणामों का परीक्षण किया है। ये बारंबारता वितरण के महत्व पर, और 4-संवर्ग वाले मानचित्र के लिए चतुर्थक समूहों को बनाने पर बल देती हैं।

सहायक रहेगा। फिर अन्तिम आलेखन मे, 1 से 5 तक के प्रत्येक मानक्षेत्र की सीमा एक महीन रेखा से बनाते है और अन्य सीमाओ की अवहेलना कर दी जाती है, यदि ये उपस्थित रहे तो छायाकरण का घनत्व प्रभाव आम तौर से बिगड जाता हे (तुलना कीजिए. चित्र 16, 17)। तथापि, यदा-कदा यह आवश्यक होता है कि मानचित्र प्रत्येक प्रशासनिक इकाई के विशिष्ट मानो को दर्शाये, और उस स्थिति मे सीमाओ को बनाये रख सकते है।

छायाकरण तथा विन्दुचित्रण

छायाकरण के प्रकार

अमात्रात्मक मानचित्र पर किसी विशिष्ट वितरण का प्रभेद करने के लिए, या सममानरेखी अन्तरालो को प्रकट करने व महत्व देने के लिए, अथवा किसी वर्णमात्री मानचित्र पर घनत्व के विविध प्रकारो मे प्रभेद करने के लिए छाया के रंगो का चुनाव सावधानी से करना चाहिए।



चित्र 16, 17 – एक वर्णमात्री मानचित्र का छायाकरण
जिन प्रशासनिक इकाइयो पर मान आधारित है उनकी सीमाओ को चित्र 16 मे पूर्णत· दिखलाया गया है, किन्तु चित्र 17 मे केवल वे ही सीमाएँ रखी गयी है जो सममान वाले क्षेत्रो को सीमाकित करती है।

यह महत्वपूर्ण है कि किसी सममानरेखा-मानचित्र पर 100 तथा 200 फीट की समोच्च रेखाओ के बीच के क्षेत्र को, या 50° फ़० व 60° फ० के बीच मे एक समान रंगने

की तुलना में किसी वर्णमात्री मानचित्र पर एक ऐसे क्षेत्र को एक समान रंगना अधिक तर्कसंगत होगा जिसमें औसत घनत्व मिलता है, जैसे कि घनत्व की 100 के 200 इकाई प्रति औसत क्षेत्रफल के। वर्णमात्री मानचित्र में वास्तविक क्षेत्र ही महत्वपूर्ण होता है, किन्तु सममानरेखा-मानचित्र में छायाकृत क्षेत्र हमारे ध्यान को स्वयं सममानरेखाओं से हटा सकते हैं और एक सीढ़ीदार क्षेत्रीय वितरण का प्रभाव उत्पन्न कर सकते हैं जो कि यथार्थ में नहीं होता है।

आलेखी प्रभाव उत्पन्न करने के लिए, वितरण के मानों में वृद्धि के साथ ही छाया के घनत्व को भी बढ़ाना चाहिए। किन्तु, हम प्राय: यह देखते हैं कि एक ही मानचित्र पर, उदाहरण के लिए, दो भिन्न मानों को दर्शाने के लिए क्षैतिज तथा ऊर्ध्वाधर रेखाएँ बनी होती हैं जिनकी मोटाई भी समान होती है और परस्पर दूरी भी। इस प्रकार से आँखों को छाया का घनत्व विपर्यासी के बजाय समान दिखलाई देता है। चित्र 18 में 4, 5 तथा 6 गहराइयों के कई वैकल्पिक क्रमिक घनत्व प्रकार दिखलाये गये हैं (उदाहरण क से च), जिनमें चरमावस्था के घनत्व सफ़ेद व काले हैं और नहीं भी हैं।[1]

यह महत्वपूर्ण है कि कुछ छोटे से पेनलों में छाया के प्रकारों का स्वरूप देखकर मानचित्र की सफलता को जाँच लेना सदैव सम्भव नहीं होता। एक समान तथा भिन्नतापूर्ण दोनों वितरणों को चुनते हुए, वास्तविक मानचित्र के एक या दो प्रतिदर्श (Sample) क्षेत्रों का छायाकरण करना उपयोगी होता है। यदि मानचित्रों की कोई श्रेणी बनानी हो तो, पूरी श्रेणी को आरम्भ करने के पहले यह अच्छा होगा कि परीक्षण के लिए एक मानचित्र बनाया जाय और यदि उसे लघुकृत करना हो तो उसका फ़ोटो खींच लें या जाँच के लिए एक ब्लॉक बनवा लें। इस पुस्तक में पुनरुत्पादित मानचित्रों का उद्देश्य प्रभावशील छायाकरण प्रणालियों के मार्गदर्शन के रूप में कार्य करना है (उदाहरणार्थ देखिए चित्र 113-17)।

छायाकरण में पर्याप्त विपर्यास प्रस्तुत करने की सावधानी रखनी चाहिए; गहरे तथा हल्के रंगों में परस्पर सन्तुलन आवश्यक है, और ऐसा नहीं होने देना चाहिए कि पूरा मानचित्र एक समान धूसर छवि का आभास देता हो। ठोस काले रंग को यदि विवेक के साथ प्रयोग करें तो वह मानचित्र को स्पष्ट बनाने में सहायक होता है, किन्तु इसमें रेखा-कार्य, अक्षरलेखन तथा अन्य बारीकियों को छिप जाने से बचाना ही मुख्य कठिनाई है। काले या गहरी छाया वाले क्षेत्रों में आवश्यक अक्षरलेखन सम्मिलित करने के लिए पेनल काटे जा सकते हैं, किन्तु यदि बारीकियाँ अधिक हों तो, रेखा-छायाकरण के स्थान पर कोई हल्का बिन्दु-चित्रण (Dot-stipple) करना चाहिए। न्यूनतम मान को प्राय: खाली क्षेत्रों से

1. G. F. Jenks तथा D. S. Knos ने 'The Use of Shading Patterns in Graded Series', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 51, पृ० 316-41 (लारेंस, कन्सास, 1961) में एक अत्यन्त ब्यौरेवार समीक्षा की थी। ये छायाकरण के प्रकार, उनके लघुकरण तथा पुनरुत्पादन की सीमाएँ, भूरे स्पेक्ट्रम की मापनियाँ, गठन के प्रकार, व्यक्तिनिष्ठ प्रभाव (मनोहारी या विपरीत) आदि की व्याख्या करते हैं।

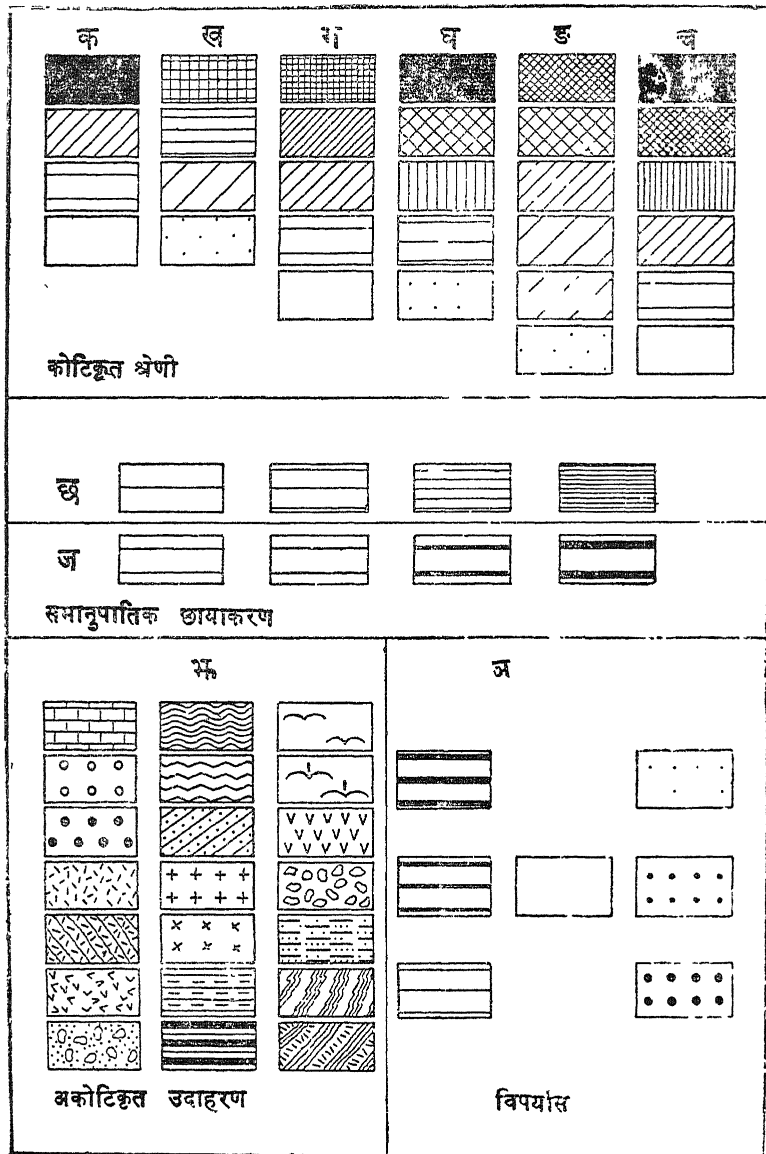
दर्शाते हैं। यह पूर्णतः सन्तोषजनक नहीं है, क्योंकि यह न्यून घनत्व के बजाय शून्य मान का आभास देता है और इसके अतिरिक्त प्रायः यह आवश्यक होता है कि समुद्र को अछायाकृत रखा जाय (समुद्री क्षेत्रों को यदाकदा क्षैतिज रेखांकन के द्वारा प्रभावपूर्ण बनाया जा सकता है, जैसे कि चित्र 106 में)।[1]

चित्र 18 में दो ऐसे छायाकरण के प्रकार बनाये गये हैं कि उनकी छाया के घनत्व में तथा उनके द्वारा प्रदर्शित आपेक्षिक मान में सही अंकगणितीय समानुपात मिलें। जहाँ पर मानों की परास बहुत बड़ी न हो वहाँ इस सम्बन्ध का उपयोग किया जा सकता है। अतः, चार-कोटि वाली परास (जैसे कि 0–10', 100–200, 200–300 तथा 300 से अधिक) के लिए, 10 मि०मी०, 5 मि०मी०, 2.5 मि०मी० तथा 1.25 मि०मी० के अन्तर पर क्षैतिज रेखाएँ खींची जा सकती हैं (उदाहरण छ)। अथवा, रेखाओं को समान दूरी पर रखा जा सकता है, किन्तु प्रत्येक उत्तरोत्तर रेखा को उसकी पूर्वगामी रेखा से दुगुना मोटा बनाया जाता है (उदाहरण ज) फिर भी, संग्रहकर्त्ता का लक्ष्य आमतौर से एक स्पष्ट प्रभाव उत्पन्न करना होता है और यह समानुपातिक छायाकरण के लिए आवश्यक सूक्ष्म मापन के बिना भी प्राप्त किया जा सकता है। यदि संग्रहकर्त्ता यह निश्चित कर दे कि प्रत्येक उत्तरोत्तर छायाकरण में अपने पूर्वगामी से लगभग दुगने घनत्व का चाक्षुण प्रभाव उपस्थित हो, तो इसका परिणाम सन्तोषजनक होना चाहिए। इसके अतिरिक्त, दो उत्तरोत्तर छायाकरणों में चाक्षुण प्रभाव की स्पष्टता निश्चित रखने के लिए, छायाकरण के ढाल को बदल दीजिए। अतः, क्रास-रेखांकन (Cross-hatching) के बाद पास-पास खिंची हुई कर्णवत् रेखाएँ बनायीं जा सकती हैं और उनके बाद और भी दूर-दूर खिची ऊर्ध्वाधर रेखाएँ रखी जा सकती हैं। इस प्रकार से छायाकृत क्षेत्रों का प्रतिरूप स्पष्ट करने में बहुत अधिक सहायता मिलेगी। जिस मानचित्र का लघुकरण होना हो उसका छायाकरण करते समय यह ध्यान रखना चाहिए कि रेखाएँ अत्यन्त पास-पास न खींची जाएँ, क्योंकि फ़ोटो विधि से लघुकरण करने में प्रभाविकिरण (halation) के द्वारा या लाइन-ब्लॉक के छपते समय स्याही लगने पर अस्पष्टता उत्पन्न हो जायेगी; क्रास-रेखांकन में यह सम्भावना विशेष रूप से होती है। ढाई गुने लघुकरण के लिए, रेखाओं को कभी भी एक मिलीमीटर से कम अन्तरालों पर नहीं खींचना चाहिए। लाइन-ब्लॉक के लिए दोहरे क्रास-रेखांकन को, जैसा कि वर्गों पर अध्यारोपित समचतुर्भुज प्रतिरूप है, आमतौर से नहीं प्रयोग करना चाहिए;

---

1. R. L. Williams ने 'Map Symbols : Equal-Appearing Intervals for Printed Screens', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 48, पृष्ठ 132–9 (लारेंस, कन्सास, 1958) में मानों की मापनियां के अनुसार रंगों के प्रकारों के विश्लेषण को, उदाहरणों के साथ, दिया है। विविध प्रकारों (Ranges) की प्रभावोत्पादकता के प्रायोगिक परीक्षणों के कुछ उपयोगी सांख्यकीय सार दिये गये हैं। इस लेख की A. H. Robinson के द्वारा एक आलोचना *Annals*, अंक 49, पृ० 457–60 (1959) में, तथा R. L. Williams के द्वारा एक उत्तर *Annals*, अंक 50, पृ० 487–91 (1960) में निकला था।

किसी भी दशा में, ऐसे विस्तृत छायाकरण में प्रायः इतना अधिक समय लगता है जो उसके परिणाम को देखते हुए उचित नहीं है।



चित्र 18—छायाकरण की प्रणालियाँ

यह एक विवाद का विषय है कि क्या 'पेक' अर्थात चोंच प्रहार चिन्हों (Pecks) तथा विन्दुओं को रेखा-छायाकरण वाले घनत्व परिसर (density range) में प्रयोग करना

चाहिए। रेखा-छायाकरण के क्षेत्रों के बीच में विन्दुओं के क्षेत्रों का प्रभाव सदैव भला प्रतीत नहीं हो सकता; दूसरी ओर, विवेकपूर्ण उपयोग से किसी परास के निम्न छोर पर विन्दु एक उपयोगी स्थान ग्रहण कर सकते हैं (चित्र 147)। कभी-कभी दो पृथक् लक्षणों में प्रभेद करने के लिए एक श्रेणी रेखाओं की और दूसरी विन्दुओं की प्रयोग की जा सकती है; अतः समय की किसी अवधि में वितरण के परिवर्तनों को दर्शाने वाले मानचित्र पर, वृद्धियों की मापनी को विभिन्न मोटाई की रेखाओं से प्रदर्शित कर सकते हैं, ह्रासों वाली को विभिन्न आकार के विन्दुओं से, तथा न्यून अथवा शून्य परिवर्तन वाली को सफ़ेद स्थानों से (उदाहरण ञ, तथा चित्र 113-16 भी देखिए)। भूमि उपयोग के तथा भूवैज्ञानिक मानचित्रों जैसे अमात्रात्मक विवरण मानचित्रों मे प्रयोग करने के लिए चित्र 18 में कुछ अकोटिकृत छायाकरण प्रणालियाँ सम्मिलित की गयी हैं (उदाहरण झ, तथा चित्र 59 भी देखिए)।

रेखा-छायाकरण प्रविधि

जब समरेखाएँ (Isolines) या सीमान्त (limiting) प्रशासनिक सीमाएँ दर्शाते हुए पेन्सिल से बना प्रारूप तैयार हो जाय और रंगों के प्रकारों को चुन लिया जाय, तो अन्तिम प्रारूप को स्याही से बनाया जा सकता है। पहिले तटरेखा, राज्य सीमा तथा छायाकरण की सीमाओं को बनाइये। फिर, रेखा की सही मोटाई पर कसी हुई रेखांकन कलम लेकर बारी-बारी से प्रत्येक छाया को रेखांकित कीजिए। निरपेक्ष एकरूपता (absolute uniformity) लाना अत्यन्त कठिन है; रेखाएँ पूर्णतः समानान्तर रहनी चाहिए तथा रेखांकन-कलम को भी सूखने नहीं देना चाहिए। यदि कोई रेखा आस-पास की रेखाओं से तनिक हल्की या भारी हो तो विशेषकर लघुकरण के पश्चात्, वह बड़ी स्पष्ट चमकती है। यदि किसी बड़े क्षेत्र का छायाकरण करना हो तो अनुरेखण के नीचे पिन किया हुआ ग्राफ़-कागज़ रेखाओं को समांतर बनाये रखने में सहायक होगा, अथवा एक समांतर रेखनी का उपयोग किया जा सकता है। संलग्न क्षेत्रों में यदि सीधी रेखाओं के भिन्न-भिन्न छायाकरण करने हों तो उन्हें सीमाओं के आरपार सन्तत न रख कर विचलित रखना चाहिए, सिवाय जहाँ पर कि सम्बन्धित छायाकरणों के क्रमिक कोटि-निर्धारण को जानबूझ कर आवश्यक माना जाय। टूटी हुई रेखाओं को सीधे खींचा जा सकता है, किन्तु अक्सर यह अधिक सरल होता है कि एक सन्तत रेखा बना कर उसे बीच-बीच में खुरच कर या सफ़ेदे से पेन्ट करके टूटा हुआ कर दिया जाय।

हस्त विन्दु-चित्रण (Hand-Stippling) प्रविधि

यदि हाथ से विन्दु-चित्रण किया जाय तो एकरूपता प्राप्त करना अत्यन्त कठिन है। जहाँ सम छायाकरण होना चाहिए, वहाँ कहीं पर विन्दु पास-पास पड़ जाते हैं (closer drifts) और कहीं उनके विपरीत खाली स्थान रह जाते हैं, अथवा कहीं-कहीं भँवर तथा

अन्य प्रतिरूप दृष्टिगत होते हैं। यहाँ भी अनुरेखण को ग्राफ़-कागज़ पर रखना सहायक होगा, क्योंकि विन्दुओं को ठीक वहीं रखा जा सकता है जहाँ ग्राफ़ की रेखाएँ एक दूसरे को काटती हों। इसके विपरीत, यदि विन्दुओं को, कुशलतापूर्वक, आकस्मिक ढंग से रखा जाय तो सूक्ष्मतापूर्वक सीधी रेखाओं में रखने के बजाय इस प्रकार से एक अधिक सम प्रभाव उत्पन्न हो सकता है, किन्तु ऐसा कर सकने के लिए बहुत अभ्यास की आवश्यकता है।

जब किसी विन्दुचित्रित मानचित्र का लघुकरण करना हो, तो यह सावधानी रखनी चाहिए कि विन्दु अत्यन्त छोटे न बनाये जायें। ब्लॉक बनाने की अम्ल-उत्कीर्णन क्रिया (Acid etching) से छोटे विन्दुओं पर विशेषकर आघात पहुँच सकता है और जब मानचित्र छपता है तो ये अक्सर लुप्त हुए मिलते हैं। फिर, यदि विन्दुओं को अधिक पास-पास रखा जाय तो, अस्पष्टता की सम्भावना होती है, विशेषकर यदि छपाई का कागज़ बहुत उत्तम श्रेणी का नहीं है। यहाँ भी कार्य करने के मानकों को निर्धारित करने के लिए परीक्षण एवं त्रुटि आवश्यक हैं।

यान्त्रिक विन्दुचित्रण

जिस मानचित्र का लाइन-ब्लॉक के रूप में पुनरुत्पादन होना हो उस पर छायाकरण तथा विन्दुचित्रण को यान्त्रिक ढंग से करने की अनेक विधियाँ हैं। एक विधि यह है कि विभिन्न विन्दुचित्रण छपे हुए सेलोफ़ेन पत्रक में से सही आकार के टुकड़े काट कर पाण्डुलिपि मानचित्र पर चिपकाये जायें। इनका एक प्रकार जो संयुक्त राज्य अमेरिका में बनता है और जिसका व्यापारिक-नाम **कनटैक्ट** (Contact) है, उसमें **डुपों माइलर** (Dupont Mylor) पर छपे हुए विविध प्रकार के आवरण प्रतिरूप तथा प्रतीक होते हैं। इसे सरलता से काटा तथा मानचित्र पर फैलाया जा सकता है और यह सूखता, सिकुड़ता, फटता या दरारयुक्त नहीं होता। एक दूसरा **ज़िपऐटोन** (Zip-a-Tone)[1] है जिसके लिए 180 विभिन्न छाया-करणों तथा विन्दुचित्रण दर्शाने वाला एक **चार्ट** मिलता है और एक अन्य में 99 विशेष मानचित्र-प्रतीक होते हैं। **ज़िपऐटोन** काले के अतिरिक्त 27 रंगों में मिलता है। **ज़िपऐटोन** को एक विशेष सूई से काटा जा सकता है जिसको ड्राफ्टस्मैन 60 अंश के कोण पर पकड़ कर एक कलम की भाँति प्रयोग कर सकता है। आवरण का पृष्ठ भाग मोमयुक्त रहता है, और जिस चित्रण पर उसे लगाया जाय उस पर मज़बूती के साथ स्थायी रूप से चिपक जाता है।

मानचित्र बनाते समय, विशिष्ट क्षेत्रों पर **ज़िपऐटोन** को रखते हैं, और धरातल को हल्के से रगड़ते हैं जिससे कि आवरण चिपक जाय। सीमाओं के बाहर जिन भागों की आवश्यकता न हो उन्हें सूई से काट कर अलग कर देते हैं। फिर ड्राफ्टस्मैन **ज़िपऐटोन** पर हड्डी की घोटनी (Bone burnisher) का उपयोग करते हुए पर्याप्त दबाव डालता है जिससे कि स्थायी चिपकाहट निश्चित हो जाय।

---

1. अमेरिकी फर्म Paratone Inc., द्वारा निर्मित **ज़िपऐटोन** (Zip-a-Tone) के अंग्रेजी एजेन्ट Hunter-Penrose Ltd., 109 Farringdon Rd., लन्दन, E. C.—1 हैं।

ब्लॉक बनाने वाले के द्वारा यांत्रिक विन्दुचित्रण लगाने की प्रणाली अधिक प्रचलित है। ऐसी आभा-पुस्तकें (Tint-Books) आती हैं जिनमें विभिन्न प्रकार के विन्दुचित्रण { जिनका व्यापारिक नाम 'टिन्ट' (Tints) है } दिखलाये गये होते हैं जिनमें से प्रत्येक की एक मानक क्रम संख्या होती है। मानचित्र के संग्रहकर्त्ता को सब रेखा-कार्य तथा अक्षरलेखन पूरा करना चाहिए और फिर जिस क्षेत्र पर विन्दुचित्रण लगवाना हो उसको घेरते हुए एक महीन रेखा खींच देनी चाहिए। अनुरेखण के किसी एक पृष्ठ पर, इस क्षेत्र को हल्के नीले रंग से (जिसका फ़ोटो नहीं आता) रंगना चाहिए, किन्तु यदि ये क्षेत्र विशेष जटिल आकृति वाले हों तो मानचित्र का एक पारदर्शक अधिचित्र बनाया जा सकता है, जिस पर ये क्षेत्र अलग से छायाकृत हों, और इस कार्य में मूल मानचित्र से शुद्ध एकरूपता बनाये रखने की सावधानी रखनी चाहिए। वांछित रंग की निर्देश संख्या को सीमा पर लिख देना चाहिए। यदि सीधी-रेखाओं की आभा वांछित हो, तो सीमा पर यह बतलाना चाहिए कि छायाकरण किस कोण पर करना है, और इस सूचना को या तो नीली मार्ग-दर्शक रेखाएँ खींच कर या ऊर्ध्वाधर सीमा के साथ बनने वाले सही कोण को बतलाते हुए देना चाहिए। यदा-कदा एक कोटिकृत श्रेणी की आवश्यकता होती है, जैसे कि किसी उच्चावच मानचित्र में; उपलब्ध आभाओं में से इनका चुनाव सावधानी से करना चाहिए। चित्र 19 में आभाओं के जो नमूने दिखलाये गये हैं उनसे चार आभाओं की एक उचित श्रेणी सफ़ेद, नं० 509, नं० 27 तथा काले से बनेगी, जो कि लगभग समान कोटि वाली होगी।[1]

यदि यांत्रिक विन्दुचित्रण करना हो तो लेखन कार्य तथा रेखा कार्य सावधानी से करना चाहिए। साधारणत: रेखाओं को पर्याप्त मोटाई की होना चाहिए और अक्षर लेखन कार्य सामान्य से थोड़ा दूर-दूर करना चाहिए। बहुत से विन्दुचित्र अपने नीचे प्रदर्शित बारीकियों को लुप्त कर देते हैं।

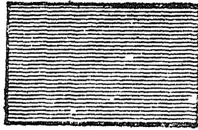
यह यांत्रिक विन्दुचित्रण, आम तौर से तभी करना चाहिए जब कि वह बिल्कुल आवश्यक हो। यह, वास्तव में, ब्लॉक के मूल्य के समानुपात में बहुत खर्चीला होता है और इसका परिणाम सदैव ही सन्तोषजनक नहीं होता। लैसेल्स (Lascelles) श्रेणी में 526 नं० का यांत्रिक विन्दुचित्रण जो एक समान धूसर विन्दुचित्रण प्रस्तुत करता है और जिसमें से अक्षर-लेखन तथा रेखा कार्य स्पष्ट दिखलायी देता है, सबसे अधिक सफल तथा प्रचलित है; इसमें प्रति वर्ग इंच कोई 10, 000 विन्दु होते हैं, और फिर भी बिल्कुल साधारण कागज़ पर कोई धब्बे नहीं पड़ते। यह मानना होगा कि ऐसा कार्य हाथ से कभी नही हो सकता।

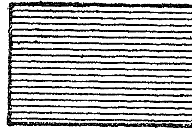
ब्लॉक बनाने वाला, पाण्डुलिपि मानचित्र के फ़ोटो लघुकरण के पश्चात् सीधे ब्लॉक पर ही विन्दुचित्रण करता है, किन्तु यह उत्कीर्णन के प्रक्रम से पहले ही होता है। अतः, यह

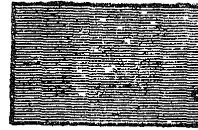
---

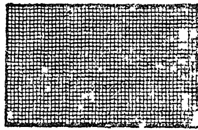
1. G. F. Jenks तथा D. S. Knos ने (op. cit., 1961) पृ० 332 पर एक सन्दर्भ चार्ट प्रस्तुत किया है जिसमें 0 (सफ़ेद) से 100 (काले) तक यान्त्रिक विन्दु-चित्रण के 37 प्रकारों में स्याहीयुक्त क्षेत्रफल का प्रतिशत बतलाया है और साथ में डेन्सीटोमीटर (Densitometer), क्रमनिर्धारण (Rating), आवरण-गठन (Screen texture), प्रतिरूप संख्या तथा निर्माता का उल्लेख किया है।

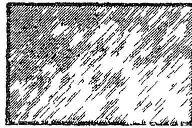
एक बड़ी कुशलता का तथा खर्चीला कार्य होता है । निर्देशित आभा को सही आकृति मे काट लेते है और ब्लॉक पर लगाते है, और इसके ऊपर अम्ल-रोधक (acid-resisting) स्याही फैलाते हैं जो आभा-पत्रक में से ब्लॉक के धरातल पर पहुँच कर आभा को अकित कर देती है, और फिर ब्लॉक का सामान्य उत्कीर्णन होता है ।

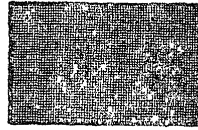

N°. 2

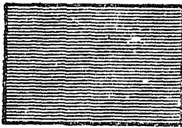

N°. 11

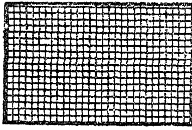

N°. 4

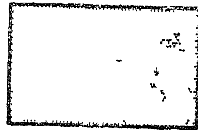

N°. 2A

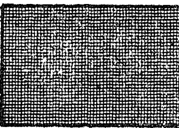

N° 27

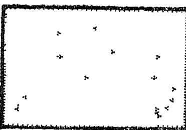

N° 4A

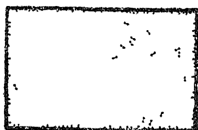

N° 5


N° 11A


N° 509


N°. 5A


N°. 526


N°. 437

चित्र 19—यान्त्रिक विन्दुचित्रण

ये उदाहरण Lascelles & Co. Ltd. Tint-Card से लिये गये है ।

रंग

रंग का उपयोग

मानचित्र बनाने में रंग का उपयोग बहुत लाभप्रद होता है, क्योकि यह केवल मानचित्र की स्पष्टता तथा आकर्षण मे वृद्धि ही नही करता, बल्कि रेखा-छायाकरण या विन्दु-चित्रण के विपरीत यह नामो तथा रेखीय-बारीकियों को छिपाता नही है । हाफ़-टोन आभाओ का उपयोग करके रंगीन मानचित्रों का छापना तथा पुनरुत्पादन (जैसा कि मानचित्रावलियों मे मिलता है) इस पुस्तक के कार्यक्षेत्र के बाहर है, किन्तु लाइन-ब्लॉकों पर विन्दुचित्रण या

रेखा के द्वारा एक सीमित रूप में रंगों का उपयोग हो सकता है। यदि केवल रंगीन विन्दु-चित्रण ही आवश्यक है, तो एक ऐसा चित्रण पर्याप्त होगा जिस पर रंगीन क्षेत्रों की सीमाएँ काली रेखाओं से दिखलायी गयी हों, चाहे वे समोच्च रेखाएँ या और कोई सममान रेखाएँ हों, या किसी वर्णमात्री मानचित्र पर प्रशासनिक क्षेत्रों की सीमाएँ हों। विन्दुचित्रण की भाँति उन क्षेत्रों को भी जो कि रंगे जाते हैं, एक बिना रंगे मानचित्र पर नीली पेन्सिल से दिखलाते हैं और सीमा पर विविध आभाओं को तथा उनके वांछित रंगों के नामों को निर्देशित कर देते हैं (जैसे कि उच्चावच मानचित्रों के लिए 'भूरा')। ब्लॉक बनाने वाला दो ब्लॉक बनाता है; एक में काला रेखा-कार्य रहता है तथा दूसरे में रंगीन छपने वाला विन्दुचित्रण; स्वभावत: दो छपाई आवश्यक होती हैं।

तथापि, यदि रेखा-कार्य, अक्षरलेखन, या वास्तव में, विन्दुचित्रण के अतिरिक्त किसी भी अन्य बारीकी को रंगीन रखना हो, तो दो सम्भव तरीके हैं। पहले में, दो या अधिक चित्रण आवश्यक होते हैं, जिनमें से एक तो काले के लिए और एक प्रत्येक रंग के लिए; एक से काला ब्लॉक बनाया जाता है, और अन्य से विशेष रंगों के ब्लॉक, तथा सही तालमेल के लिए पृथक् चित्रणों की जाँच सावधानी से की जाती है। अथवा, मानचित्र को काले तथा प्राथमिक रंगों में बनाते हैं, और अनेक रंगों को फ़ोटो विधि से फ़िल्टर के द्वारा अलग करते हैं, जिससे कि अधिक परिशुद्धता के साथ तालमेल वाले पृथक् ब्लॉक बन सकते हैं। इन मानचित्रों को, वास्तव में, किसी भी रंग में छापा जा सकता है।

लाइन-ब्लॉक के ये रंगीन मानचित्र मूल पाठ में दिये जा सकते हैं। इसका अर्थ यह हुआ कि एक पत्रक (अर्थात् मूल पाठ के 16 पृष्ठ) को प्रत्येक रंग के लिए छपाई की मशीन में एक बार चलाना होगा; और इस प्रकार मितव्ययिता के लिए यह आवश्यक है कि एक ही पत्रक पर जितने अधिक रंगीन मानचित्र छापने सम्भव हों, उतने रखे जाएँ। स्पष्ट है कि अकेले मानचित्र के लिए यह विधि अमितव्ययी है। विकल्पतः, रंगीन मानचित्र को चमकदार आर्ट-कागज़ के अकेले पत्रक पर छाप कर जिल्दसाज़ के द्वारा चिपकाया जा सकता है। इस पर बल देना आवश्यक है कि रंगीन मानचित्र खर्चीले विलासोपकरण (luxurics) हैं और इनका उपयोग तभी करना चाहिए जब वास्तविक आवश्यकता हो।

तथापि, मानचित्रण पुस्तिका में या निबन्धों में जहाँ केवल दो या तीन प्रतियाँ आवश्यक होती हैं और फलस्वरूप मानचित्रों को हाथ से रंगा जा सकता है, रंग का उपयोग बहुत प्रभावपूर्ण तरीके से किया जा सकता है। तथापि, रंग के उपयोग में अति नहीं करनी चाहिए, क्योंकि भड़कीलेपन से एक भद्दा प्रभाव उत्पन्न हो सकता है, और एक पैस्टल रंग को लक्ष्य बनाना चाहिए, जो रेखा-कार्य को छिपाये बिना बल प्रदान करे।

रंगीन वाश (Colour-Washes)

रेखा-कार्य को भारतीय स्याही में पूरा करके अच्छी तरह सूखने देना चाहिए, और पेन्सिल की सभी रेखाओं को मिटाकर कागज़ के धरातल को साफ़ कर देना चाहिए। पूरे मानचित्र के लिए पर्याप्त रंग घोलना चाहिए और यदि सम्भव हो तो नमूने के लिए रंग को

एक बार लगा कर सूखने पर देखना चाहिए। एक बड़े क्षेत्र पर एक समान रंग फेरना ही मुख्य कठिनाई होती है; छोटे-छोटे क्षेत्रों में रंग लगाना अपेक्षाकृत सरल होता है। मानचित्र को ढालू तख़्ते पर रखना चाहिए तथा रंग को ऊपर से नीचे की ओर तूलिका से चौडे स्वच्छन्द बहावों में लगाना चाहिए। परिशुद्धता के साथ संगति रखते हुए, लेप को यथा-सम्भव शीघ्रता से लगाना चाहिए, जिससे कि उसका किनारा सूखने न पाये। जब मानचित्र के निचले सिरे पर पहुँचें तो उसके सहारे सूखी तूलिका चलाकर अतिरिक्त रंग को पोंछ लीजिए। एक व्यावहारिक सुझाव यह है कि प्रत्येक रंग का उपयोग करते समय की-पेनल को भी भरना याद रखिए; रंगों का बाद में मेल मिलाना कभी-कभी सम्भव नहीं होता।

संलग्न दूसरा रंग लगाने या यदि आपेक्षिक घनत्व स्तर रंजन (Layer tinting) कर रहे हों तो उसी रंग का एक दूसरा लेप करने के पहिले, रंग के लेप को अच्छी तरह सूख जाने दीजिए (देखिए अ० सं० 20)। स्तर रंजन करने वाला प्रायः निराश हो जाता है; इसका परिणाम धब्बेदार तथा असमानतापूर्ण होता है और सँवारने से और भी बिगड़ जाता है। घटिया कागज़, असमान रंग फेरना, पहले ही बहुत अधिक रबड़ फेरना, जिससे कि कागज़ का धरातल खराब हो सकता है, तथा घटिया रंग (विशेषकर हरा), आदि ही वे कारण हो सकते हैं जिनका परिणाम असन्तोषजनक होता है।

अक्षरलेखन

मानचित्र पर दर्शायी गयी सूचना में से बहुत-सी तो उस पर लिखे गये नामों से मिलती है। इसके अतिरिक्त तैयार मानचित्र के रूप का स्तर बहुत कुछ उसके अक्षरलेखन के गुण पर निर्भर करता है। प्रायः अच्छा रेखा-कार्य असुन्दर अक्षरलेखन से भद्दा हो जाता है, या उसकी आवश्यक बारीकियाँ छिप जाती हैं। अक्षरलेखन एक ललित कला है और इसमें सच्ची योग्यता प्राप्त करने के लिए एक लम्बे तथा धैर्यपूर्ण प्रशिक्षण की आवश्यकता होती है; अतः स्पष्ट है कि कोई अपने सीमित समय में से बहुत-सा समय इस उद्देश्य में नहीं लगा सकता कि वह इस कार्य में विशेषज्ञ बन जाय। उसका लक्ष्य यह होना चाहिए कि वह सरल, शीघ्रलेखी, सुवाच्य और साथ ही यथोचित आकर्षण वाला अक्षरलेखन कर सके। विभिन्न उपकरणों का उपयोग करके अधिकांश विद्यार्थी अपेक्षाकृत थोड़े से समय में पर्याप्त योग्यता प्राप्त कर सकते हैं।

अक्षरलेखन की ललित कला पर बहुत से ग्रन्थ लिखे गये हैं।[1] यदि यह जानना है कि

---

1. अक्षरलेखन पर कुछ उपयोगी कार्य निम्नलिखित हैं :

J. G. Withycombe, 'Lettering on Maps', *Geografical Journal*, अंक 72 (लन्दन, 1929)।

C. W. Fawcett, 'Formal Writing on Maps', *Geografical Journal* अंक 95 (लन्दन, 1940)।

F. Debenham, *Exercises in Cartograpy*, अध्याय 8 (लन्दन, 1937) जो कि विद्यार्थी ड्राफ्टस्मैन के लिए विशेष रूप से लिखी गयी है।

कितने ऊँचे आदर्श का लक्ष्य बनाया जाय तो उन विधियों का अध्ययन इसमें सहायक हो सकता है जिनसे विभिन्न आर्डनेंस सर्वे (Ordnance Survey) श्रेणियों[1] जैसे स्थलाकृतिक मानचित्रों या ऐटलस के मानचित्रों का अक्षरलेखन किया जाता है। किन्तु, जिन मानचित्रों को अभ्यास के लिए बनाना है, या निबन्धों को समझाने के लिए या लाइन-ब्लॉकों को बनाने के लिए भी बनाना है, उनके अक्षरलेखन की समस्याएँ एक भिन्न प्रकार की होती हैं। इस खण्ड का उद्देश्य केवल इतना है कि उपलब्ध सरल विधियों को संक्षेप में दिया जाय तथा कुछ व्यावहारिक सुझाव दिये जायें। इनमें से कुछ सिद्धान्तों का, उपयुक्त विकास करके, इस पुस्तक को समझाने वाले मानचित्रों में उपयोग किया गया है।

अक्षरलेखन-प्रच्छादन

अक्षरलेखन की जो भी विधि प्रयोग की जाय, उसमें कुछ सामान्य बातों को ध्यान में रखना चाहिए। जब प्रारम्भिक पेन्सिल-चित्रण पर रेखा-कार्य पूरा हो जाय तो चित्रण के ऊपर लगाने के लिए एक अक्षरलेखन-प्रच्छादन तैयार कीजिए (सही तालमेल के लिए कोनों के कोण चिन्हित कर दीजिए) जिससे कि विभिन्न नामों के सही स्थानों का संकेत मिल सके। पढ़ने की सरलता के लिए अक्षरलेखन को यथासम्भव क्षैतिज रखना चाहिए; यह सम्भव होना चाहिए कि मानचित्र को घुमाये बिना उस पर के सभी नामों को पढ़ा जा सके। नदियों के नामों को उनके मार्गों के सहारे वक्राकार चलना चाहिए, प्रत्येक नाम को

अक्षरलेखन पर एक पूर्ण निबन्ध (Treatise) G. Hewitt, *Lettering* (लन्दन, तिथि रहित) में मिलता है, जो कि मूलत: शिल्पियों (Craftsmen) तथा व्यवसायी अक्षरलेखकों के लिए लिखी गयी है। तथापि, यह प्रचुर चित्रों से स्पष्ट की गयी है और विद्यार्थी मानचित्रकार इससे बहुत लाभान्वित हो सकता है।

P. Buhler, 'Schriftformen und Schrifterstellung,' *International Yearbook of Cartography*, अंक 1, पृ० 153–81 (लन्दन, 1954) में अक्षरलेखन के प्रकार, डिज़ाइन, मुक्तहस्त अक्षरलेखन, तथा टेमप्लेट (Templates) और अक्षरलेखन की मशीनों के उपयोग आदि का विवरण है, और अनेक चित्रों से समझाया गया है।

C. E. Riddiford, 'On the Lettering on Maps', *Professional Geographer*, अंक 4, संख्या 5, पृ० 7-10 (न्यूयार्क, 1962)।

A. H. Robinson, 'Lettering the Map', जो कि *Elements of Cartography*, अध्याय 13, पृ० 243–63 (न्यूयार्क, 1960) है।

1. ऑर्डनेन्स सर्वे (O. S.) मानचित्रों की वर्तमान श्रेणी में अक्षरलेखन हाथ से नहीं किया गया है, बल्कि नामों को सावधानी से डिज़ाइन किये गये टाइप से छाप कर मानचित्र पर यथास्थान चिपका दिया गया है। और भी बहुत से मानचित्रों का अक्षरलेखन इसी प्रकार किया गया है। देखिए J. S. Keates, 'The Use of Type in Cartography,' *Surveying any Mapping*, अंक 18, पृ० 75-6 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1956)।

उत्तरी किनारे पर लिखिए, किन्तु यदि नदी का बहाव उत्तर-दक्षिण हो तो इसे पश्चिम की ओर रखना चाहिए। बड़े नाम, जैसे कि देशों के नाम, की स्थिति को सावधानी से जाँचिए; इन्हें अन्य रेखा-कार्य में कम से कम विघ्न डालना चाहिए, किन्तु ये जिस क्षेत्र के लिए हों उसके अधिक से अधिक भाग पर इन्हें फैलाकर लिखना चाहिए। नामों के अक्षरों को कभी आपस में उलझने न दीजिए और न ही उन्हें इतना दूर-दूर रखिए कि मानचित्र पर असम्बन्धित अक्षर छिटके हुए दिखलायी दें। कोई भी नाम किस लक्षण या प्रतीक के विषय में है इस बात को निश्चित रूप से स्पष्ट कर लीजिए। भीड़भाड़ न हो जाय, इसके लिए कुछ नामों की स्थिति में परिवर्तन करना आवश्यक हो सकता है; उदाहरण के लिए किसी नगर के नाम को उसके प्रतीक के दूसरी ओर स्थानान्तरित कर सकते हैं यदि वह अब भी स्पष्टतः इसी नगर को बतलाए, अन्य किसी को नहीं।[1] जब आवरण पर अक्षरलेखन पूरा हो जाय, तब पूरा अक्षरलेखन कैसा दिखलायी देता है इसकी आलोचनात्मक जाँच कीजिए, और यह देखिए कि क्या रेखा-कार्य से सम्बन्धित रूप में एक सुसंगत तथा सन्तुलित संरचना प्राप्त हो सकी है। यदि बहुत सारे नाम सम्मिलित कर लिए जायें तो मानचित्र की स्पष्टता को हानि पहुँचेगी।

इसके पश्चात् नामों का विश्लेषण कीजिए--देश, समुद्र, पर्वत, नदियाँ तथा नगर और प्रत्येक वर्ग के लिए स्वरूप निश्चित कीजिए, जिससे कि आवरण पर ही उनमें प्रभेद उपस्थित हो। अतः, देशों को रोमन बड़े अक्षरों से, नगरों को रोमन छोटे अक्षरों से, समुद्रों को इटैलिक्स बड़े अक्षरों से और नदियों तथा झीलों को इटैलिक्स छोटे अक्षरों से दिखलाया जा सकता है। नदियों के किनारे वक्रता से लिखने के लिए इटैलिक्स के अक्षर अत्यन्त उपयुक्त होते हैं, यद्यपि वक्रों के किनारे इटैलिक्स की स्टेंसिल को रखना कठिन होता है। यदि मानचित्रों की किसी श्रेणी का अक्षरलेखन करना है तोइन विपर्यासी स्वरूपों का वास्तव में आदि से अन्त तक मानकीकरण होना चाहिए।

अन्त में, हिज्जे की त्रुटियाँ देखने के लिए तथा मूल पाठ के साथ संगति को और यदि स्थानीय-नामों के स्वरूप में कोई भिन्नता रखी गयी हो तो उनके विषय में अपनायी गयी नीति के साथ संगति को निश्चित करने के लिए, इस तैयार आवरण की जाँच इसी प्रारम्भिक अवस्था में होनी चाहिए।

---

1. E. Imhof ने 'Die Anordnung der Namen in der Karte', *International Yearbook of Cartography*, अंक 2, पृ० 93-129 (लन्दन, 1962) में इस महत्वपूर्ण विषय पर ध्यान दिया है। इनके ब्यौरेवार सर्वेक्षण मे मानचित्र पर किसी नाम की अनुकूलतम (Optimum) स्थिति, सुवाच्यता (Legibility), स्पष्टता तथा निश्चितता, नाम के वक्र होने की समस्या, किसी क्षेत्र पर नाम के अक्षरों में अन्तर रखने की समस्या, नामों को एक दूसरे को काटने तथा अतिव्यापी होने से बचाना, शिखरों तथा दर्रों के नामों की समस्याएँ आदि का परीक्षण किया गया है। इन्होंने नामों को अच्छी और बुरी तरह से स्थित करने की अनेक असाधारण तुलनाएँ प्रस्तुत की हैं।

अक्षरों का संरेखण, आकार तथा परस्पर दूरी

इसके बाद का कार्य वास्तविक मानचित्र पर अक्षरों के लिए पतली मार्गदर्शक रेखाएँ बनाना होगा, ये पेन्सिल से बनायी जा सकती हैं, और दो पेन्सिलों को सही दूरी पर परस्पर बाँधा जा सकता है। अधिक सुविधा के लिए, सेलुलॉइड की एक स्टेंसिल काटी जा सकती है, जिसमें विभिन्न अन्तरालों पर कई समांन्तर रेखाएँ रखी जा सकती हैं, तथा अन्य रेखाएँ समकोणों पर तथा विभिन्न ढालों पर हो सकती हैं। एक अन्य युक्ति यह है कि अनुरेखण के नीचे एक नीले कार्बन का टुकड़ा ऊपर की ओर मुँह करके रखा जाय एवं मार्गदर्शक रेखाओं को विभाजनी से खींचा जाय, इस प्रकार से बारीक नीली समांन्तर रेखाएँ बन जायेंगी, जो यदि लाइन-ब्लॉक बनाना हो तो फ़ोटो में नहीं आयेंगी। यदि छोटे अक्षरों का उपयोग करना है तो नौसिखिये को चाहिए कि वह तीन रेखाएँ खींचे जो अक्षरों के निचले किनारे, छोटे (अंग्रेजी) अक्षरों के ऊपरी किनारे और बड़े अक्षरों के ऊपरी किनारे की सीमाएँ बनायें। यदि स्टेंसिलों का उपयोग किया जा रहा हो तो वक्राकार नामों की आधार रेखाओं को छोड़कर अन्य मार्गदर्शक रेखाएँ अनावश्यक होंगी। क्षैतिज नामों के लिए स्टेंसिल को टी-स्क्वायर या सीधी कोर के सहारे फिसलाते हैं ताकि सही संरेखण सुनिश्चित हो जाय। क्षैतिजिक मार्गदर्शक रेखाओं के अतिरिक्त कुछ ऊर्ध्वाधर तथा तिरछे मार्गदर्शक खींचना बहुत सहायक होता है जिससे कि स्थिर ढाल बना रह सके। कुछ अनुभव के बाद ढालू अक्षरों के नाम के प्रारम्भ तथा अन्त को छोड़कर अन्य कहीं इसकी आवश्यकता नहीं रह जायेगी।

क्षैतिज रेखाएँ परस्पर कितनी दूरी पर हों (यह वास्तव में अक्षरलेखन के आकार को निश्चित कर लेने के पश्चात) यह इन बातों पर विचार करके निश्चित होता है कि कितने नाम लिखने हैं, मानचित्र की मापनी तथा विस्तार कितना है, अर्थात् कितना स्थान उपलब्ध है, और कितना लघुकरण होना है। अन्तिम बात सबसे महत्वपूर्ण है; बहुधा ऐसा छपा हुआ मानचित्र दिखलायी पड़ सकता है जिसमें मूल मानचित्र पर वर्तमान लघुकरण के लिए अक्षरलेखन स्पष्टतः अत्यन्त छोटा किया गया था जिससे कि धुंधलापन और अस्पष्टता उत्पन्न हो गयी हो।[1] यह समझ लेना चाहिए कि जिस मानचित्र का लघुकरण नहीं होना है उसकी तुलना में, लघुकरण के लिए बनाये गये मानचित्र में अक्षरों को अपेक्षाकृत चौड़ा तथा और खुला हुआ, उनके बीच की दूरियों को और बड़ा, तथा पतली रेखाओं को कम पतला होना चाहिए। इटैलिक्स को विशेषकर अधिक गोलाकार तथा उनके कोणों को चौड़ा कर देना चाहिए।

जब प्रत्येक नाम के लिए मार्गदर्शक रेखाएँ खींच ली गयी हों तथा सभी बेडौल व उलझने वाले संरेखण समायोजित कर लिये गये हों तो अक्षरों के बीच में सही दूरियाँ प्राप्त

1. A. H. Robinson, 'The Size of Lettering for Maps and Charts', *Surveying and Mapping*, अंक 10, पृ० 37-44 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1950) में स्वरूप (appearance), पठनीयता तथा लघुकरण के प्रश्नों पर विचार किया गया है।

करने के लिए नामों को हल्की पेन्सिल से लिखा जा सकता है। यह कार्य केवल आँख से ही किया जा सकता है ; विभिन्न अक्षरों के द्वारा इतना असमान स्थान घिरता है कि यान्त्रिक तरीके से अक्षरों की स्थिति निर्धारित करने पर सुन्दर प्रभाव उत्पन्न नहीं होता।

अक्षरलेखन के प्रकार (Styles)

अक्षरलेखन का ऐसा प्रकार चुनना चाहिए, जिसे स्वाभाविक तरीके से लिखा जा सके और जो उद्देश्य विशेष के लिए उपयुक्त हो। इस प्रकार के लिए विशेष रूप से उपयोगी निब ज्ञात कीजिए, तथा पर्याप्त एकरूपता तथा गति प्राप्त करने के लिए अभ्यास कर लीजिए। पाण्डुलिपि अक्षरलेखन को दो वर्गों में बाँटा जा सकता है। एक वह अक्षरलेखन है जो किसी चौड़ी कठोर निब को कई बार चलाकर बनता है; और दूसरा लिपि अक्षरलेखन है जिसमें प्रत्येक रेखा इस्पात या पिच्छाक्ष की कलम को एक ही बार चलाने से बनता है। पहली विधि का उपयोग केवल शीर्षकों और बड़े नामों के लिए करना चाहिए क्योंकि यह बड़ी मन्द विधि है। चित्र 20 में कई वैकल्पिक प्रकार दिखलाये गये हैं।

सभी स्थितियों में, अक्षरों का स्वरूप विकृत या विस्तृत के बजाय सरल रखना चाहिए। अधिक कठोर तथा नियमित प्रकार, में छोटी-सी विभिन्नता भी बड़ी स्पष्ट चमकती है, किन्तु अधिक सुसज्जित प्रकार, जैसे कि प्राचीन अंग्रेज़ी है (जिस प्रकार से पुरातत्वों के लिए उपयोग में आती है), लिखने में कठिन हैं और बहुत सुपाठ्य नहीं हैं तथा उनका लघुकरण भी अच्छा नहीं होता। सेरिफ़ ('Serifs') को (जो कि अक्षरों में सीधी रेखाओं के आदि तथा अन्त में छोटे से घुमाव होते हैं) सामान्यत: विस्तृत उपयोग में लाने से बचना चाहिए, किन्तु यदि इनका उपयोग विवेकपूर्ण हो तो ये अक्षरों की एक सीधी रेखा में अनियमितताओं से ध्यान हटाने में सहायक होते हैं।

कागज़ पर निब पकड़ने के कोण को स्थिर रख कर हल्की तथा भारी रेखाओं की मोटाई संगत रखनी चाहिये। एक कठोर चौड़ी इस्पात की निब बहुत सुविधाजनक होगी; लचकदार निब से रेखा की मोटाई को एक समान रखना बड़ा कठिन होता है। कुछ अन्तिम सुझाव ये हैं कि निब को बार-बार कपड़े से पोंछ कर साफ़ रखना चाहिये, तथा मानचित्र को साफ़ रखने के लिए हाथ के नीचे कागज़ का एक टुकड़ा रखना चाहिए। अन्त में जब अक्षरों पर स्याही चलाई जाय तो इसे रेखा-कार्य से पहिले करना चाहिए जिससे कि अक्षरों को स्पष्ट रखने के लिए किसी बारीकी को मिटाना आवश्यक न हो।

पिच्छाक्ष-अक्षरलेखन

लिपि अक्षरलेखन के लिए इस्पात की निब के बजाय पिच्छाक्ष (quill) अर्थात् पंख का उपयोग अधिक प्रभावशील हो सकता है। इसका सामान्य प्रभाव सुन्दर लगता है, और अनियमितताएँ बहुत स्पष्ट नहीं होतीं, तथा कुछ अभ्यास से पर्याप्त गति प्राप्त की जा सकती है। किसी भी विद्यार्थी के लिए संभव है कि वह इससे बिल्कुल संतोषजनक परिणाम प्राप्त

कर सके। तथापि, यह मानना पड़ेगा कि पिच्छाक्ष-अक्षरलेखन तभी सब से अच्छा लगता है जब उसे लघुकरण के लिए न किया जाय। एक सुन्दरता से अक्षरलिखित मानचित्र, जो अपने मूल रूप में बहुत आकर्षक होता है, प्रायः लघुकरण के पश्चात् बहुत निराशाजनक हो जाता है क्योंकि कोण अस्पष्ट होने लगते हैं तथा रेखाओं की चौड़ाई के सूक्ष्म अन्तर लुप्त हो जाते हैं।

अक्षरलेखन-मार्गदर्शिकाएँ

अक्षरलेखन के लिए मार्गदर्शिकाओं का उपयोग सराहनीय है। इससे पूर्ण एकरूपता उत्पन्न होती है, तथा कुछ अनुभव के बाद यह शीघ्र ही ज्ञात हो जाता है कि यदि लघुकरण करना हो तो किसी विशिष्ट लघुकरण के लिए कितने बड़े अक्षरलेखन का उपयोग करना चाहिए। अंग्रेज़ी के बड़े तथा छोटे अक्षरों के लिए, रोमन तथा इटैलिक्स स्टाइलो के लिए तथा गिनतियों के लिए भी अनेक आकारों की मार्गदर्शिकाएँ उपलब्ध हो सकती हैं। खोखली नली के प्रकार की कलम का उपयोग करना चाहिए जिससे कि बेलन को ऊर्ध्वाधर रख कर अक्षरों की रूपरेखा पर शुद्धता से चलाया जा सके और इसके अतिरिक्त रेखाओं की मोटाई स्थिर रह सके। कुछ मार्ग-दर्शिकाओं में यह निर्दिष्ट होता है कि किस आकार की कलम प्रयोग की जाय। अनुभव से यह ज्ञात हुआ है कि स्पष्टता तथा उत्तम समानुपातों के लिए, विशेषकर छोटे अक्षरों में बतलाये गये आकार से एक आकार छोटी कलम का उपयोग करना चाहिये। आधार रेखा खींचना व आँख की सहायता से सही दूरी रखना उतना ही आवश्यक है जितना कि हाथ की लिखाई में, विशेष कर जब नाम का अक्षरलेखन वक्र रूप में करना हो।

स्टेंसिल अक्षरलेखन में रेखाओं के सिरे गोल और कभी-कभी धब्बायुक्त (blobby) बनते हैं। इसे दूर करने के लिए स्याही के सूख जाने के बाद अक्षरों के सिर तेज ब्लेड से सीधे किये जा सकते हैं जिससे कि अक्षरलेखन साफ़ और परिशुद्ध दिखलायी दे। तथापि, यदि ऊर्ध्वाधर रेखाओं के सिरे छीलकर सीधे किये जायें तो वे छोटे हो जायेंगे और इस तरह से वे अक्षर अन्य सब के संरेखण से अलग दिखलाई देंगे; प्रत्येक अक्षर की ऊँचाई को सही रखने के लिए तथा आधार को सीधा करने के लिए यह आवश्यक है कि कोनों को पतली निब से भर दिया जाय। यदि ड्राइंग कागज़ के समान किसी धरातल पर कार्य कर रहे हों तो सभी कोनों तथा सिरों को भर कर चौकोर कर देना चाहिये, क्योंकि ब्लेड से छीलने पर कागज़ का धरातल खराब हो जायेगा।

जिन मानचित्रों का लाइन-ब्लॉक के रूप में पुनरुत्पादन होना हो, उन पर छीलकर सीधा किया गया मार्गदर्शित अक्षरलेखन एक बहुत सुविधापूर्ण, सुवाच्य तथा प्रभावशील अक्षरलेखन का तरीका होता है यदि उसमें मार्गदर्शित अक्षरों की यांत्रिक परिशुद्धता के साथ ही वह व्यक्तिगत जाँच तथा सुरुचि भी सम्मिलित हो जो कि प्रभावपूर्ण संरेखण तथा उपयुक्त दूरी रखने के लिए आवश्यक होते हैं।

मैसीडोनिया
फ़िनलैण्ड
अरब
लिवरपूल
ब्रैडफ़ोर्ड
वैरिंगटन
मिसीसिपी
अमेज़न नदी
प्रेस्टन
बंटिंगफ़ोर्ड
पिरेनीज़
ब्रह्मपुत्र
लैंगोलेन
फ़िंचिंगफ़ील्ड

चित्रों 20—अक्षरलेखन की शैलियाँ

पहिले चार उदाहरणों को (रोमन तथा इटैलिक्स स्टाइलों में) इस्पात की निब से बनाया गया था; दूसरे चार उदाहरणों को पिच्छाक्ष कलम से लिखा गया था; तीसरे समूह को स्टेंसिल की सहायता से बनाया गया था और फिर अक्षरों के सिरों को या तो उस्तरे के ब्लेड से छीलकर या 'भर कर' सीधा कर दिया गया था। अन्तिम दो उदाहरणों को 'यूनो' कलम से मुक्त हस्त बनाया गया था।

मुद्रित नाम

पूर्णता के लिए यह आवश्यक है कि मुद्रक केद्वारा आवश्यक नामों को टाइप में जमाने, या टंकण यंत्र से ही ऐसा करने की युक्ति का उल्लेख किया जाय। टाइप जमाने के लिए अनेक प्रकार की मशीनें बनाई गई हैं जिनमें से कुछ तो फ़ोटो विधि का तथा अन्य यांत्रिक लेखनियों का उपयोग करती हैं। फिर नामों को काट कर मानचित्र के सही स्थानों पर चिपका दिया जाता है। यह भी संभव है कि स्वतः चिपकने वाले पारदर्शक ऐसीटेट के पत्रकों के पृष्ठ पर छपे हुए अक्षरों आदि का उपयोग किया जाय, जिससे कि टाइप जमाने या हस्तलेखन दोनों की आवश्यकता नहीं रह जाती। **आर्टाइप** (Artype)[1] ऐसी ही एक विधि है। मार्गदर्शक रेखाओं को खींच लेने के पश्चात् प्रत्येक अक्षर को स्टाइलस (Stylus) से काट कर मानचित्र पर सावधानी पूर्वक स्थापित करते हैं; फिर स्थायी चिपकाहट के लिए इसे प्रवणित कोर से घोट देते हैं। विविध प्रकार के अंकों के साथ ही 200 से अधिक विभिन्न अक्षरमाला टाइप–फ़ेस तथा विन्दु-आकार उपलब्ध हैं। पोस्टर की भाँति बड़े मानचित्रों तथा चार्ट व शीर्षकों के लिए यह विधि विशेष उपयोगी है।

लघुकरण तथा विवर्धन

मानचित्रों का लघुकरण तथा विवर्धन फ़ोटो विधियों से बड़ी शीघ्रता से किया जा सकता है (देखिये अ० सं० 21)। तथापि, अनेक आलेखी तथा यांत्रिक तरीके उपलब्ध हैं और उनका प्रयोग करना एक उपयोगी मानचित्रात्मक अभ्यास होता है।

आलेखी विधियाँ

वर्गों की विधि : मानचित्र पर हल्की रेखाएँ खींच कर या उपयुक्त रेखाओं वाला अनुरेखण कागज़ अध्यारोपित करके अथवा सेलुलॉइड के ग्रिड का उपयोग करके मूल मानचित्र को इकाई वर्गों के ग्रिड से आच्छादित कर देते हैं। स्पष्ट है कि ग्रिड जितना महीन होगा उतना ही अधिक शुद्ध परिणाम होगा; एक-इंच वाले मानचित्र पर चौथाई इंच का ग्रिड लगाया जा सकता है। इच्छानुसार बढ़ा या घटा कर वर्गों का एक दूसरा रेखाजाल बनाइये तथा ग्रिड रेखाओं के साथ मानचित्र के मुख्य प्रतिच्छेदन को ध्यान में रखते हुए बारीकियों को आँखों की सहायता से वर्ग प्रतिवर्ग ड्राइंग कागज़ पर नकल कर लीजिये।

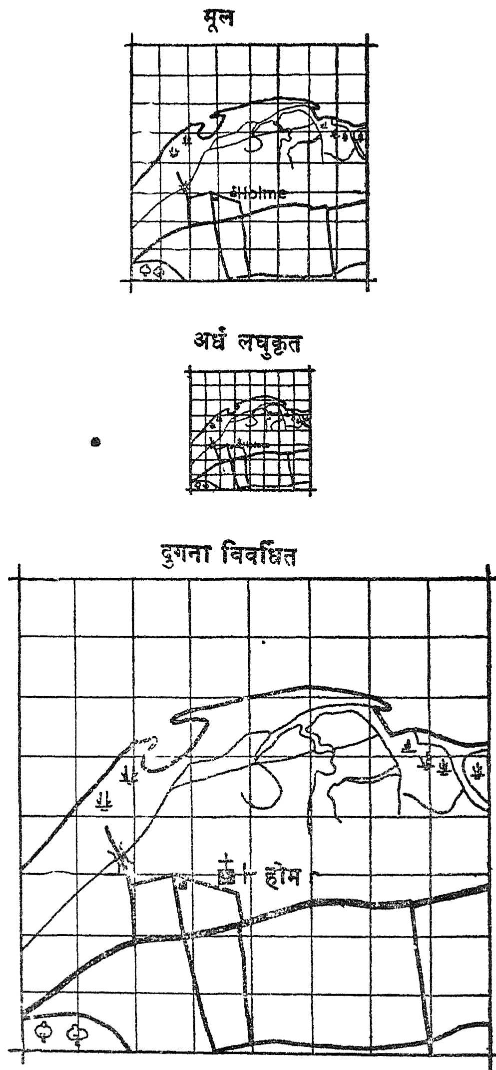
वास्तव में, वर्ग की भुजा में मापनी का परिवर्तन ही वांछित विवर्धन या लघुकरण उत्पन्न करता है। उदाहरणार्थ, तीन गुना बढ़ाने के लिए, ड्राइंग कागज़ पर वर्ग की भुजा को तीन गुना बड़ा करेंगे, अर्थात क्षेत्रफल नौ गुना बढ़ जायेगा।

रूढ़िगत प्रतीकों के आकार के विषय में सावधानी रखनी चाहिये। यदि विवर्धन बहुत अधिक न हो तो, आमतौर से, सड़क की चौड़ाइयों तथा अधिकांश प्रतीकों, जैसे

---

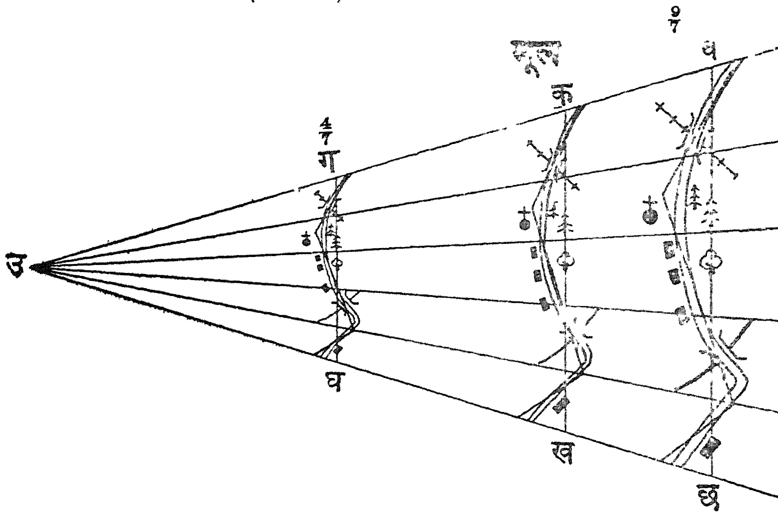
1. *Artype* को Artype Inc., शिकागो, इल०, यू० एस० ए० बनाते हैं; इसके ब्रिटिश एजेन्ट Hunter-Penrose Ltd., 109 Farringdon Road, लन्दन, E. C. 1 हैं।

कि गिरजाघर आदि, को बढ़ाना नहीं चाहिये; एक-इंच आर्डनेंस सर्वे मानचित्र पर अधिकांश प्रतीक पहिले से ही विवर्धित होते हैं। अक्षरलेखन को भी समानुपातिक रूप से बढ़ाना नहीं चाहिये। तैयार विवर्धन में उतना ही संतुलन होना चाहिये जितना कि मूल में हो। इसके विपरीत, लघुकरण में कुछ बारीकियों को सरलीकृत या सामान्यीकृत करना या छोड़ देना चाहिये। वर्ग विधि से विवर्धन तथा लघुकरण के उदाहरण चित्र 21 में दिखलाये गये हैं।



चित्र 21 —वर्गों के द्वारा लघुकरण तथा विवर्धन

समरूप त्रिभुजों की विधि : इस विधि का उपयोग सड़क, रेलमार्ग या नदी के किसी भाग जैसे सँकरे क्षेत्र के लघुकरण या विवर्धन के लिए किया जा सकता है, जिसमें अन्य विधियों से काफ़ी कठिनाइयाँ होती हैं। वांछित भाग की रेखा के आर-पार एक सीधी रेखा **क ख** खींचिये, तथा मुख्य घुमाओं और वक्रों के किनारे मार्गदर्शक रेखाएँ बनाइये। रेखा से सुविधाजनक दूरी पर कोई विन्दु **उ** चुनिये; **उ** जितना दूर होगा, समानुपात उतने ही अधिक शुद्ध रहेंगे। खंड के प्रत्येक सिरे को तथा अन्य सार्थक विन्दुओं को **उ** से मिलाइये। यदि वांछित लघुकरण, उदाहरणार्थ, मूल के $\frac{4}{7}$ के बराबर हो तो **क उ** को सात बराबर भागों में बाँटिये और एक ऐसा विन्दु **ग** ज्ञात कीजिये जो **उ** से **क** की ओर $\frac{4}{7}$ दूरी पर हो। **क ख** के समांतर **ग घ** खींचिये ताथ खंड के सहारे जो मार्गदर्शक रेखाएँ हैं उनके समांतर अन्य रेखाएँ भी खींचिये। अब **ग घ** पर सभी महत्वपूर्ण घुमावों तथा अन्य लक्षणों की स्थिति निश्चित हो जायेगी, तथा अन्य वारीकियों को आँख की सहायता से खींचा जा सकता है (चित्र 22)। यदि विवर्धन करना है तो उ **क** तथा **उ ख** रेखाओं को समानुपात में बढ़ाइये तथा **च छ** की स्थिति ज्ञात कीजिये और उसके बाद अन्य बारीकियों को उसी प्रकार खींच लीजिये (चित्र 22)।



चित्र 22 समरूप त्रिभुजों के द्वारा लघुकरण तथा विवर्धन

यांत्रिक विधियाँ

समानुपातिक विभाजनी का उपयोग, वर्गों या समरूप त्रिभुजों की विधियों से बारीकियों को नकल करने के कार्य को सरल करने के लिए किया जा सकता है। इस यंत्र में दो दण्ड होते हैं जो दोनों सिरों पर नुकीले होते हैं तथा विभाजनी का कार्य करते हैं। यह दण्ड एक दूसरे के आर-पार कर्णवत लगे होते हैं और एक ऐसे पेंच से बँधे होते हैं जो प्रत्येक दण्ड के मध्य बने एक खाँचे में फिसलता है। ऊपर के दण्ड पर बनी मापनी-रेखा की सहायता से इस पेंच को वांछित समानुपात पर कस दिया जाता है। यदि परकार

एक ओर की विभाजनी से कोई दूरी नापी जाती है तो दूसरी ओर की विभाजनी उसी दूरी को निश्चित की गई मापनी के अनुसार समानुपातिक रूप म बढ़ा या घटा कर बतलाती है (चित्र 2)।

मानचित्रों को किसी भिन्न मापनी पर फिर से बनाने के लिए **पेन्टोग्राफ़** (pantograph) तथा **कैमरा ल्युसिडा** (Camera lucida) नामक दो यंत्र प्राय: उपयोग में आते हैं। पेन्टोग्राफ़ जिसे कभी-कभी पेन्टाग्राफ़ भी लिखते हैं, अपने सरल स्वरूप में, समान लम्बाई वाली धातु की चार भुजाओं वाला यंत्र होता है, ये भुजायें एक सिरे को छोड़ कर जो एक भारयुक्त स्तंभ से बँधा रहता है, सभी कोनों पर ढिलाई से जुड़ी रहती हैं। बँधे हुए कोने के कर्णवत सामने वाले कोने में एक पेंसिल प्रविष्ट होती है। एक आड़े दंड को, जिसकी स्थिति को मापनी निश्चित करने के लिए समायोजित किया जा सकता है, दो भुजाओं के समांतर सरकाया जा सकता है। इस आड़े दंड के एक चिन्हक में एक दूसरी पेंसिल स्थित होती है जो कि आड़े दंड को सही मापनी पर ले जाने पर बँधे हुए कोने से कर्णवत होती है। अत: यदि जिस रेखा कार्य की नकल करनी हो उस पर कोने पर लगे हुए चिन्हक से सावधानी पूर्वक अनुरेखण करें तो कर्ण के कोने पर स्थित पेंसिल उसी प्रतिरूप को लघुकृत मापनी पर खींच देगी। यह यंत्र लघुकरण के लिए काफ़ी उपयोगी है किन्तु विवर्धन में अशुद्धियों को बढ़ा देने तथा उन्हें अधिक स्पष्ट कर देने की प्रवृत्ति होती है।

इससे अधिक विस्तृत प्रकार भी उपलब्ध हैं जिनमें सरल संचलन के लिए छोटे से पहिये लगे रहते हैं या अनुरेखण नोक को अधिक सरलता से मार्गदर्शित करने के लिए परिष्कृत व्यवस्था होती है, जैसे कि कोराडी (Coradi) निलंबित माडल जैसे प्रकार हैं जिनमें घर्षण को कम करने के लिए कोनों को एक खड़ी हुई भुजा से कसे हुए तारों के द्वारा लटका हुआ रखते हैं। इन प्रकारों की जटिलताओं का वर्णन करने से कोई लाभ नहीं होगा; यदि कोई विद्यार्थी इनका उपयोग करना चाहता है, तो निर्माता के निर्देशों का पालन करते हुए कुछ अभ्यास करने पर वह इनकी कार्य विधि से परिचित हो जायेगा। किसी समय ड्राफ्टस्मैन पेन्टोग्राफ़ का बहुत अधिक उपयोग करते थे, किन्तु जब से फ़ोटो विधियाँ विकसित हुई हैं तब से इसका उपयोग कम हो गया है। कैमरा ल्युसिडा चाक्षुण सिद्धान्तों पर आधारित है। जिस मानचित्र की प्रति बनानी हो उसे एक ऊर्ध्वाधर तल पर लगा कर उस पर यथा संभव तेज़ प्रकाश डालते हैं, जब कि ड्राइंग कागज़ को एक क्षैतिज तल पर रखते हैं। एक त्रिपार्श्व को एक भुजा पर इस प्रकार रखते हैं कि जब इस पर आँख को लायें तो मानचित्र का एक प्रतिबिम्ब त्रिपार्श्व के ठीक नीचे ड्राइंग कागज़ पर दिखलाई पड़ता है। इसमें यह हानि है कि यदि आँख को त्रिपार्श्व से सम्बन्धित रूप में हटाएँ तो प्रतिबिम्ब पेंसिल से सम्बन्धित रूप में हटेगा और इस प्रकार उत्पन्न विकृति से बचना कठिन होता है। इस विधि का उपयोग तभी करना चाहिये जब किसी सरल मानचित्र को मोटे तौर पर बड़ा या छोटा करना हो; उदाहरण के लिए किसी बड़े दीवाल-मानचित्र की सुविधा से नकल की जा सकती है। मूल मानचित्र को बढ़ाने या घटाने के लिए मानचित्र या ड्राइंग कागज़ की स्थिति को त्रिपार्श्व के सम्बन्ध में समायोजित करना चाहिए; यदि ये दूरियाँ बराबर हों तो प्रतिबिम्ब मूल के बराबर ही

बड़ा बनेगा, किन्तु यदि ड्राइंग-कागज़ अपेक्षाकृत निकट होता है तो ड्राइंग प्रतिबिम्ब उसी समानुपात में बड़ा हो जायेगा। विवर्धन की तुलना में लघुकरण अधिक संतोषजनक होता है, क्योंकि विवर्धन में अशुद्धियाँ स्पष्टत: अधिक बढ़ जाती हैं।

फ़ोटो विधियाँ

नकल करने का केमरा किसी भी चित्रशाला के उपस्कर का सबसे आवश्यक अंग होता है। एक हाफ़-प्लेट केमरे को, जिसमें घर्षित-काँच का पर्दा लगा हो, और कम से कम दुगने विस्तार की व्यवस्था तथा 7-8 इंच का लेन्स लगा हो, उसे लगभग 12 इंच लम्बे आधार पर खिसकाने का प्रबन्ध किया जा सकता है। इस प्रकार से लगभग 4 फ़ुट वर्ग तक के मानचित्रों की प्रति बनायी जा सकती है, और उन्हें कितना भी लघुकृत छापा जा सकता है। एक ऐसे विवर्धक के द्वारा, जो 20 × 16 इंच तक का विवर्धन बना सकता है, फ़ोटो लिये गये मानचित्रों के निगेटिव से, सूक्ष्म-ड्राइंग के लिए सुविधाजनक मापनी पर, विवर्धन किया जा सकता है। बड़ी मापनी के मानचित्रों की किसी श्रेणी पर आलेखित स्थलीय-अध्ययन को वांछित छोटी मापनी के मानचित्र पर स्थानान्तरित करने के लिए फ़ोटो विधि के द्वारा छोटा किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त किसी मानचित्र से बहुत छोटा लाइन-ब्लॉक बनवाना हो तो, यह जानने के लिए कि उसका अक्षरलेखन तथा छायाकार्य कितना स्पष्ट दिखलायी देगा, उस मानचित्र का फ़ोटो ले लेना उपयोगी रहता है।

क्षेत्रफल तथा दूरी का मापन

मानचित्रण के अभ्यासों को करते समय मानचित्र पर किसी इकाई के क्षेत्रफल को पर्याप्त शुद्धता के साथ नापने की विधि जानना यदा-कदा उपयोगी होता है। इसमें सन्देह नहीं कि जब प्रशासनिक इकाइयों को परिकलन का आधार बनाना हो तो भूकर (Cadastral) सर्वेक्षण के अभिलेख से, एवं उन बड़ी मापनी के मानचित्रों से जिन पर क्षेत्रफल छपे रहते हैं, या जनगणना की पुस्तकों से यथार्थ क्षेत्रफलों को पढ़ा जा सकता है। किन्तु जब विद्यार्थी किसी अप्रशासनिक इकाई पर कार्य कर रहा हो, विशेष कर स्थल स्वरूपों के सम्बन्ध में, तो क्षेत्रफल का परिकलन करना आवश्यक हो सकता है, उदाहरण के लिए उच्चतादर्शी (hypsometric) वक्र को बनाने के लिए विशिष्ट समोच्च रेखाओं के बीच का क्षेत्रफल ज्ञात होना चाहिये (देखिये अ० सं० 22)। कम एवं अधिक अंशों में शुद्धता वाले अनेक आलेखी तरीके होते हैं तथा विभिन्न यंत्रों का भी उपयोग किया जा सकता है।[1]

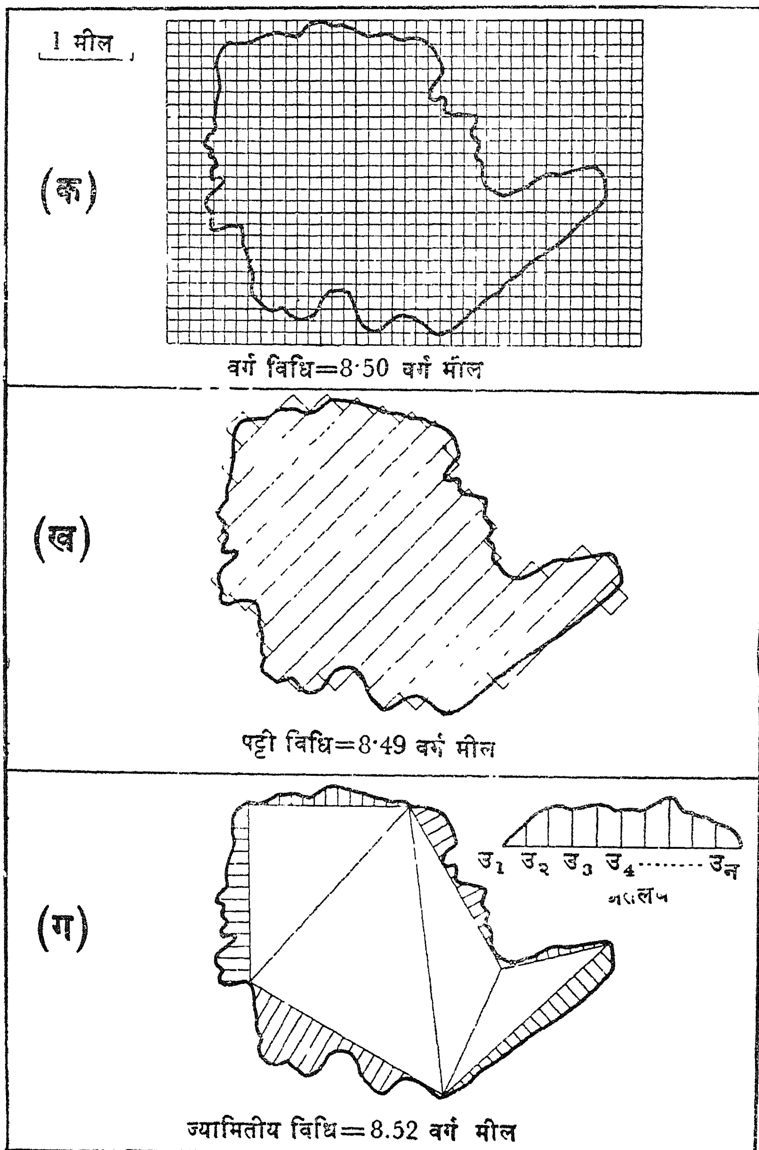
वर्गों की विधि

किसी क्षेत्र को इकाई वर्गों से आच्छादित करना कुछ न कुछ थकाने वाली प्रक्रिया है,

---

1. M. Proudfoot ने '*The Measurement of Geographic Area*' (U. S. Bureau of the Census, वाशिंगटन, डी० सी०, 1946) में एक निश्चायक (definitive) सर्वेक्षण प्रस्तुत किया है।

चाहे इसके लिए रूप रेखा का ग्राफ़-कागज़ पर अनुरेखण करें, या एक तीव्रता से प्रकाशमान अनुरेखण मेज़ पर मानचित्र रख कर उस पर ग्राफ़-कागज़ को अध्यारोपित करें। बड़े वर्गों को गिनिये, और फिर छोटों को; जहाँ पर रूपरेखा किसी छोटे वर्ग के आर-पार जाती हो वहाँ उस वर्ग को सम्मिलित कर लें यदि उसका आधे से अधिक भाग रूपरेखा के अन्दर स्थित



चित्र 23—क्षेत्रफल मापन

हो। मानचित्र पर के क्षेत्रफल को भूमि पर के क्षेत्रफल में बदलने के लिए मापनी-कारक का प्रयोग कीजिये। एक-इंच वाले मानचित्र पर के क्षेत्रफलों को एक इंच (तथा दसवें भाग) के ग्राफ़-कागज़ पर शीघ्रता से नापा जा सकता है (चित्र 23, उदाहरण क)।

पट्टी विधि (Strip Method)

यह विधि अधिक शीघ्रतायुक्त है किन्तु उतनी शुद्ध नही है। मानचित्र के ऊपर अथवा अनुरेखण कागज़ पर इकाई दूरियों पर समांतर रेखाओं की एक श्रेणी बनाइये। इकाई जितनी छोटी होगी, नाप उतना ही शुद्ध होगा। किन्तु मानचित्र की मापनी के लिए यह इकाई कुछ सुविधाजनक होनी चाहिये; एक इंच वाले मानचित्र पर किसी बड़े क्षेत्र के लिए रेखाओं को एक एक इंच की दूरी पर रखिये। प्रत्येक पट्टी को चतुर्भुज बनाने के लिए उसके दोनों सिरों पर ऊर्ध्वाधर रेखाएँ खींचिये; ऊर्ध्वाधर रेखाओं को सीमा के प्रत्येक भाग पर 'लेने और देने वाली रेखाओं' की भाँति रखना चाहिये जिससे कि वे जितना क्षेत्र सम्मिलित करें उतना ही बाहर छोड़ दें (चित्र 23, उदाहरण ख)। सभी पट्टियों की लम्बाई को जोड़ दीजिये, जिससे पूरा क्षेत्रफल वर्ग इकाइयों में ज्ञात हो जायेगा, और इसमें मापनी-कारक का प्रयोग कीजिये।

'विन्दु प्लैनीमीटर'

डबल्यू० एफ० वुड (W. F. Wood)[1] ने शीघ्रता तथा शुद्धता के साथ क्षेत्रफल के परिकलन की एक युक्ति निकाली है जो कि क्षेत्रफलीय ग्रिड के सिद्धान्त पर आधारित है, किन्तु इसमें वर्गों के बजाय विन्दुओं का उपयोग होता है। एक मजबूत अनुरेखण-कागज़ को समान दूरी पर पड़े हुए विन्दुओं से आच्छादित करके एक प्रधान प्लैनीमीटर बना लिया जाता है; परिकलन की शुद्धता विन्दु-ग्रिड की बारीकी या मोटाई की कोटि पर निर्भर होगी। ऊर्ध्वाधर तथा क्षैतिज दोनों दिशाओं में विन्दुओं को बारी-बारी से खोखला तथा भरा हुआ, अथवा लाल तथा काला होना चाहिये। जिस क्षेत्र को नापना हो उसके ऊपर प्लैनी-मीटर बिछा देते हैं और उसकी सीमा के अन्दर पड़ने वाले विन्दुओं को गिन लेते हैं। यदि सीमा को एक प्रकार का विन्दु छूता है तो उसे सम्मिलित कर लेते हैं और यदि वह दूसरे प्रकार का है तो उसे छोड़ दिया जाता है। इसके पश्चात विन्दुओं की गिनतियों को उस क्षेत्रफल-कारक से गुणा कर देते हैं जिसे प्रत्येक विन्दु दर्शाती है। 10 तथा 100 के समूहों को घेरने वाला एक रेखा-ग्रिड भी बनाकर इस विधि को और अधिक शीघ्रता से काम करने वाली बनाया जा सकता है। यह विधि निश्चय ही सरल, शीघ्रतायुक्त तथा बिल्कुल शुद्धता वाली है (चित्र 24)।

---

1. W. F. Wood, 'The Dot Planimeter : A New Way to Measure Map Area', *Professional Geographer*, अंक 6, संख्या 1, पृ० 12-14 (न्यू यार्क, 1954)।

ज्यमितीय विधियाँ

यदि किसी क्षेत्र की रूपरेखा अपेक्षाकृत सरल हो तो उसे त्रिभुजों में बाँटिये जिससे कि चित्र का अधिकांश भाग उनमें आ जाये (चित्र 23, उदाहरण ग)। इनके क्षेत्रफलों को निम्नलिखित किसी एक सूत्र से परिकलित कर सकते हैं :

$$\text{क्षेत्रफल} = \frac{\text{आधार} \times \text{लम्बवत ऊँचाई}}{2} \quad \cdots \quad (1)$$

$$\text{क्षेत्रफल} = \sqrt{s\,(s-a)\,(s-b)\,(s-c)} \quad \cdots \quad (2)$$

जब कि a, b, c तीनों भुजायें हैं और $S = \frac{a+b+c}{2}$.

अब सीमाओं के किनारे अनियमित भागों के क्षेत्रफल का परिकलन करने की समस्या बाकी रह जाती है; इसकी तीन विधियाँ सम्भव हैं।

माध्य कोटि नियम (Mean Ordinate Rule) : विभिन्न त्रिभुजों की सीमावर्ती रेखाओं से क्षेत्र की सीमा की ओर समान दूरी पर लंब {अंतर्लंब (Offsets)} खींचिये; अंतर्लंब जितने निकट होंगे परिणाम उतना ही शुद्ध होगा, चाहे उसमें थकान अधिक हो। अनियमित भाग के क्षेत्रफल का परिकलन निम्न प्रकार से कर सकते हैं :

$$\text{क्षेत्रफल} = \frac{l\,(O + O_1 + \ldots\ldots\ldots\ldots O_n)}{n}$$

जब कि l रेखा की लम्बाई है, $O, O_1 \ldots\ldots O_n$ प्रत्येक अंतर्लंब की लम्बाइयाँ हैं और n अंतर्लंबों की संख्या है।

समलंबी नियम (Trapezoidal Rule) : इस विधि से दो क्रमागत (Consecutive) अंतर्लंबों के बीच के प्रत्येक विभाग के क्षेत्रफल का परिकलन होता है। इसकी चौड़ाई रेखा की लम्बाई को अंतर्लंबों की संख्या से भाग देने पर आती है और इसकी लम्बाई दो सीमावर्ती अंतर्लंबों का माध्य होती है।

$$\text{पहिले दो विभागों का क्षेत्रफल} = \frac{(O+O_1)}{2} + \frac{(O_1+O_2)}{2}$$

$$\text{अन्तिम दो का क्षेत्रफल} = \frac{(O_{n-2}+O_{n-1})}{2} + \frac{(O_{n-1}+O_n)}{2}$$

पहिली तथा अन्तिम कोटियों को एक बार प्रयोग करेंगे और अन्य को दो बार। अतः पूरा सूत्र इस प्रकार है :

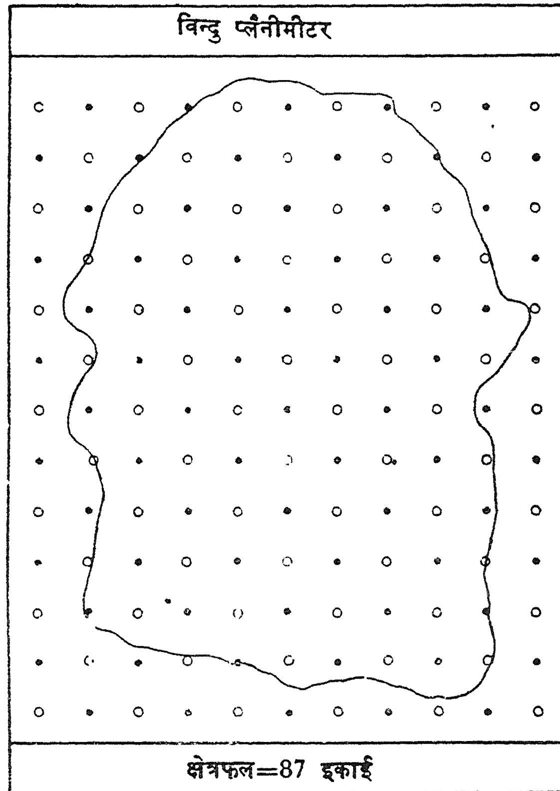
$$\text{क्षेत्रफल} = \frac{O + 2\,(O_1 + O_2 + \cdots\cdots O_{n-1}) + O_n}{2} \times \frac{l}{n}$$

इस विधि में अन्तिम अंतर्लंब के दाहिनी ओर एक छोटा टुकड़ा बच रहेगा; इसके क्षेत्रफल का अनुमान लगाया जा सकता है या फिर इसको अन्य कहीं ऐसे ही छोटे टुकड़े के विपरीत नापा जा सकता है।

सिम्प्सन का नियम : संदर्भित सिद्धान्तों की जटिलता में पड़े बिना इस सूत्र के प्रयोग से पिछले तरीकों की तुलना में अधिक शुद्ध परिणाम मिलेगा। सीमा रेखा को एक विषम संख्या वाले अंतर्लंबों में बाँटिये, जिससे कि इकाई क्षेत्रों की संख्या सम हो। सूत्र इस प्रकार है :

$$\text{क्षेत्रफल} = \frac{l\,[O+O_n+2\,(\text{विषम कोटियों का योग})+4\,(\text{सम कोटियों का योग})]}{3}$$

इसमें सन्देह है कि इस विधि में जो थोड़ा अधिक शुद्ध परिणाम मिलता है उसके लिए इतनी अंकगणितीय थकान सहना उचित होगा।



चित्र 24—विन्दु प्लैनीमीटर

W. F. Wood, उ० ग्र० (1954) पर आधारित।
जहाँ पर सीमा खोखले विन्दु को छूती है, वहाँ उसे सम्मिलित कर लेते हैं, जहाँ वह काले विन्दु को छूती है, वहाँ उसे गणना में नहीं लेते।

यांत्रिक विधियाँ

क्षेत्रफल के मापन में जो सबसे सुविधाजनक यंत्र उपयोग में आ सकते हैं, उनमें परिकलन-मापनी तथा विभिन्न कोटि में परिष्कृत अनेक प्लैनीमीटर सम्मिलित हैं।

परिकलन-मापनी (Computing-Scale) : परिकलन-मापनी एक साधारण यंत्र है जो ऊर्ध्वाधर सीमा रेखाओं को खींचने की आवश्यकता के बिना अथवा प्रत्येक पट्टी की अलग-अलग लम्बाई नापे बिना वस्तुत: पट्टी विधि का संचयी रूप में उपयोग करता है। यह एक कठोर-लकड़ी का रूल होता है, जिसके चारों कोर (सीधी तथा उल्टी ओर) 1/2,500, 6-इंच, 1-इंच तथा $\frac{1}{4}$-इंच की मापनियों में अंशांकित (Calibrated) होते हैं और इसमें एक सरकन (Cursor) लगा होता है जो मापनी के एक छोर से दूसरे छोर तक फिसल सकता है। क्षेत्र पर समान दूरियों पर समांतर रेखाओं की एक श्रेणी खींचिये, और मापनी को पहिली पट्टी के सहारे इस प्रकार रखिये कि पहिली ऊर्ध्वाधर सीमांकन रेखा जहाँ पर हो वहाँ मापनी का शून्य तथा सूचक तार भी रहें। सरकन को फिसला कर पहिली पट्टी के दाहिने कोर पर ले जाइये, और फिर रूल को दूसरी पट्टी पर ले जाइये और यही क्रिया दोहराइये। जब सरकन मापनी के छोर पर या उसके निकट पहुँचे, तब पाठ्यांकों को लिख लीजिये और पुन: शून्य से आरम्भ कीजिये। जब सरकन अन्तिम पट्टी के दाहिने कोर पर पहुँचे, तब अन्तिम पाठ्यांक देखिये और इसे पिछली सब में जोड़ दीजिये। कुछ परिकलन-मापनियाँ एक विशेष मापनी के लिए क्षेत्रफल को एकड़ में बतलाने के लिए बनी होती हैं, जब कि अन्य वर्ग इंचों में उत्तर देती हैं जिसे मापनी-कारक का प्रयोग करके क्षेत्रफल की वास्तविक माप में बदलना चाहिये।

प्लैनीमीटर : कई प्रकार के प्लैनीमीटर मिलते हैं[1] जिनमें **हैचेट प्लैनीमीटर**[2] जैसे, अनुरेखण-दण्ड (tracer-bar) के एक सरल रूप, से लेकर **चक्र-प्लैनीमीटर** (wheel-planimeter) जैसे नाजुक यंत्र होते हैं जिनमें अभिलेखन डायल लगे रहते हैं। इन यंत्रों के सिद्धान्त का वर्णन सरल नहीं है, किन्तु यदि निर्माता के द्वारा बतलाये गये निर्देशों का सावधानी से पालन किया जाय तो थोड़े समय तक अभ्यास करने से ही विद्यार्थी इनकी कार्य प्रणाली से शीघ्र ही परिचित हो जायेगा। इनके प्रत्येक मॉडल का सिद्धान्त यह है कि जिस क्षेत्र को नापना हो उसकी सीमा पर एक विन्दु के द्वारा सावधानी से अनुरेखण करते हैं। चक्र-प्लैनीमीटर में क्षेत्रीय परिधि का अनुरेखण करते हुए चली गयी दूरी को डायल से पढ़ा जा सकता है, और इस संख्या को यंत्र के दिये हुए स्थिरांक से गुणा करने पर क्षेत्रफल ज्ञात हो जाता है। कुछ मॉडलों में एक चर अनुरेखण-भुजा होती है जिसके द्वारा किसी भी इकाई में प्रत्यक्ष नाप की जा सकती है, तथा अन्य प्रकारों में एक स्थिर अनुरेखण-भुजा रहती है जो कागज़ पर के क्षेत्रफल को वर्ग इंचों में बतलाती है और इस लिये उसमें एक मापनी-कारक का प्रयोग करना पड़ता है।

---

1. J. W. Gierhart ने 'Evaluation of Methods of Area Measurement', *Surveying and Mapping*, अंक 14, पृ० 460-9 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1954) में विभिन्न प्रकार के प्लैनीमीटरों के उपयोग तथा महत्व का सर्वेक्षण किया है। F. Debenham ने *Exercises in Cartography*, (लन्दन, 1937) में इन यंत्रों के सिद्धान्त का एक स्पष्ट प्रतिपादन किया है।
2. R.L. Williams, 'The Hatchet Planimeter', *Professional Geographer*, अंक 6, संख्या 2, पृ० 14-16 (न्यूयार्क, 1954)।

दूरी का मापन

प्राय: किसी मानचित्र पर एक असरल रेखा, जैसे कि सड़क, रेल मार्ग या नदी, की लम्बाई नापने की आवश्यकता होती है। यदि यह रेखा बहुत तेढ़ी-मेढ़ी हो तो विभाजनी की सहायता से इसको छोटे-छोटे टुकड़ों में नाप कर आपस में जोड़ा जा सकता है। अथवा, महीन धागे का एक टुकड़ा लेकर उसका एक सिरा आरंभ विन्दु पर रखते हैं तथा उसे रेखा के सहारे बिछाते चलते हैं जिसमें प्रत्येक वक्र के सहारे सावधानी पूर्वक चलना पड़ता है। इसके अतिरिक्त ओपिसोमीटर यंत्र के द्वारा, जिसमें एक दाँतदार छोटा चक्र तथा एक अभिलेखन डायल होता है किसी रेखा के सहारे सावधानी से चल सकते हैं और डायल के द्वारा बतलाई गयी कुल लम्बाई को इंचों या सेन्टीमीटरों में पढ़ा जा सकता है और फिर उसमें मापनी-कारक का प्रयोग करके वास्तविक लम्बाई में बदल दिया जाता है। इनमें से प्रत्येक दशा में यह अच्छा होगा कि रेखा कि नाप दो बार की जाय। एक बार एक सिरे से और दूसरी बार दूसरे सिरे से तथा दोनों परिणामों का माध्य निकाला जाय; इस प्रकार से 'भीतरी' तथा 'बाहरी' वक्रों में संतुलन हो जायेगा।

इनमें से प्रत्येक विधि किसी रेखा की लम्बाई को उसे एक समतल धरातल पर प्रक्षेपित रूप में नापती है, जो कि एक पहाड़ी क्षेत्र में अपनी वास्तविक लम्बाई से काफ़ी कम होगी। यदि किसी विशेष कारण से एक अत्यन्त यथार्थ माप वांछित है, तो यह आवश्यक हो सकता है कि बिना ऊर्ध्वाधर अतिशयोक्ति के सड़क की परिच्छेदिका बनायी जाय और फिर वास्तविक लम्बाई को नापा जाय।

अध्याय **2**

उच्चावचन के मानचित्र तथा आरेख

एक परिशुद्ध स्थलाकृतिक मानचित्र को बहुत से भौगोलिक कार्य का आधार बनाया जा सकता है। समोच्च-रेखा मानचित्र का पठन सरल नही है तथा दृष्यभूमि को मन में प्रत्यक्ष देख सकने के लिए पर्याप्त अभ्यास की आवश्यकता है। वास्तव में अवतल ढालों, स्कंधों तथा कॉल जैसे सरल उदाहरणों से लेकर जटिल स्थल स्वरूपों जैसे उच्चावचन के लक्षणों को उनके समोच्च रेखीय प्रतिरूपों से प्रदर्शित करना, पहिचान लेना तथा वर्णन करना वह सब है जिसे आम तौर से मानचित्र-कार्य की विषय सामग्री समझा जाता है। स्थलाकृतिक मानचित्रों की और भी उन्नत व्याख्या के द्वारा विद्यार्थी को विविध भूआकृतीय संकल्पनाओं (geomorphological concepts) के परीक्षण तथा व्याख्या में सहायता मिलेगी। यदि यह कहा जाय कि इस प्रकार के कार्य में वास्तविक भूमि के बाद बड़ी मापनी के स्थलाकृतिक मानचित्र का ही दूसरा स्थान है, तो कोई अतिशयोक्ति नहीं होगी। जैसे कि प्रोफ़ेसर ए० ए० मिलर ने कहा है, "मैंने मानचित्र को एक यंत्र की संज्ञा दी थी; वास्तव में यह यंत्रों का एक पूरा थैला है जिसमें बालचर के चाकू से अधिक उत्तम युक्तियाँ होती हैं, और यदि उनका ठीक से उपयोग किया जाय तो इसके द्वारा कोई भी भौगोलिक समस्या सुलझ सकती है ...।"[1] किन्तु इस बात पर बल देना आवश्यक है कि मानचित्र को भूमि से कभी विमुख नहीं होना चाहिये। जैसा कि एक बार डब्ल्यू० एम० डेविस ने व्यंग से लिखा था, मानचित्रों के अध्ययन से "भिन्न अन्वेषक भिन्न निष्कर्ष पर पहुँचते जान पड़ने हैं"।[2] यह बड़ा सरल है कि मानचित्रों का बहुत कुछ अर्थ लगा लिया जाय तथा भूमि की दशाओं से सावधानीपूर्वक परिपुष्ट किये बिना ही मानचित्र से बहुत-सा अनुचित निगमन कर लिया जाय।

---

1. A. A. Miller, 'The Dissection and Analysis of Maps', इंस्टीट्यूट ऑफ़ ब्रिटिश ज्यॉग्रफ़र्स में सभापति का भाषण, 1948, *Transactions of the Institute*, सं० 14, पृ० 2 (लन्दन, 1949) में प्रकाशित।
2. W. M. Davis, 'The Peneplain', *Geographical Essays*, पृ० 353 (बोस्टन, 1910)।

एक भूगोलवेत्ता के लिए किसी छपे हुए मानचित्र में अपनी आवश्यकता की अन्य सामग्री सम्मिलित कर लेना संभव होना चाहिये;[1] उसे "समस्या विशेष तथा वांछित शुद्धता के अनुसार, लेविल, प्रवणतामापी (Clinometer), निर्द्रव (Aneroid) के उपयोग से पहाड़ी ढालों तथा घाटी परिच्छेदिकाओं का स्वय मापन करके, अथवा क्षेत्रारेखन के द्वारा मानचित्र में मिलने वाली सूचना को संपूरित कर सकना चाहिये"।[2]

अत: एक ब्यौरेवार स्थलाकृतिक मानचित्र से बहुत-सी निश्चित तथा परिशुद्ध सूचना मिलती है जिसे विभिन्न कार्यों के लिए आधार, और "भावी विश्लेषण का आधार विन्दु" बनाया जा सकता है।[3] सार्थक समोच्चरेखाएँ निकाली जा सकती हैं; क्षेत्रीय सूचना आलेखित करने के लिए आधार स्वरूप रूप रेखाओं का अनुरेखण किया जा सकता है; प्रवणताओं, ढालों तथा आपेक्षिक उच्चावचन का परिकलन किया जा सकता है; और परिच्छेदिकाएँ बनायी जा सकती हैं।

सावधानी की एक बात याद रखनी चाहिये। ब्रिटिश या विदेशी शासकीय एजेन्सियों के द्वारा प्रकाशित सभी शासकीय स्थलाकृतिक तथा भूवैज्ञानिक मानचित्रों का कठोर कापीराइट होता है। ऐसे मानचित्र के किसी भाग के प्रकाशन के लिए पुनरुत्पादन की स्वीकृति लेनी आवश्यक होती है; आम तौर से यह शीघ्र ही मिल जाती है, इस शर्त पर कि आर्डनेन्स सर्वे के विषय में मानचित्र के नीचे 'क्राउन कापीराइट सुरक्षित' छापा जाय, और कुछ शुल्क भी आवश्यक होता है। जैसा कि अधिकतर होता है, यदि एक नये मानचित्र के संग्रह में आधार-स्वरूप उपयोग के लिए, किसी मानचित्र से कुछ ही तत्व लिये जायें तो अधिक संदेह का विषय है। यदि इसका स्वरूप मूल स्रोत से किसी प्रकार मिलता हो तो आर्डनेन्स सर्वे या अन्य उत्तरदायी एजेन्सी से परामर्श लेना अधिक सुरक्षापूर्ण होगा।

---

1. R. F. Peel, 'Geomorphological Fieldwork with the Aid of Ordnance Survey Maps', *Geographical Journal*, अंक 114, पृ० 71-5 (लन्दन, 1949)। जैसा कि वे कहते हैं (पृ० 17), "[. .] सर्वश्रेष्ठ (मानचित्र) में भी भूमि की आंशिक से अधिक परिभाषा नहीं मिलती, या उससे अधिक परिशुद्ध नहीं होती जितनी कि उसकी मापनी के अनुसार संभव होगी"। वे ही लेखक अपने उपदेश को 'A Study of Two Northumbrian Spillways', *Transactions and Papers*, 1949, सं० 15, पृ० 73-89, इन्स्टीट्यूट ऑफ़ ब्रिटिश ज्यॉग्रफ़र्स (लन्दन, 1951) में चित्र द्वारा समझाते हैं। इन्होंने मानचित्रों और परिच्छेदिकाओं की एक श्रेणी प्रकाशित की थी, जो कि बड़ी-मापनी के ओ० एम० मानचित्रों पर आधारित थी और उसमें स्थल पर सर्वेक्षण से प्राप्त अतिरिक्त बारीकियाँ सम्मिलित थीं; इनमें, 10 फ़ुट के अन्तराल वाले दो समोच्च रेखा मानचित्र भी सम्मिलित हैं।
2. A. A. Miller, पृ० 2, उ० ग्र० (1949)
3. A. A. Miller, पृ० 4, उ० ग्र० (1949)

उच्चावचन का चित्रण

उच्चावचन का चित्रण करना मानचित्रण के आदि काल से मानचित्रकारों की एक बड़ी समस्या रही है, क्योंकि इसमें एक सम धरातल पर तीन विमाओं का प्रदर्शन करना रहता है। परिच्छेदिका में अपरिष्कृत चित्रात्मक प्रतीकों अथवा तथाकथित रोमिल शत-पदियों ('hairy catterpillars') के उपयोग जैसे प्राथमिक प्रयासों से लेकर आधुनिक रंगीन छपाई तक, जिसमें कई विधियों का सावधानीपूर्ण समावेश होता है, परीक्षण तथा प्रयोग, एव बढ़ती हुई प्राविधिक कार्यक्षमता की एक लम्बी कहानी है।[1]

उच्चावचन के चित्रण की मुख्य विधियों को एक-एक करके संक्षेप में देना और साथ ही भूगोलवेत्ता के कार्य में उनके प्रयोग को बतलाना सुविधाजनक होता है। यह महत्वपूर्ण है कि विभिन्न तरीकों को, जिनमें से प्रत्येक में कुछ लाभ तथा कमी होती है, परस्पर मिला कर लाभान्वित हो सकते हैं।

(क) स्थानीय-ऊँचाइयाँ

मानचित्र पर विभिन्न स्थानों पर ऊँचाइयाँ लिखी रहती है जिन्हे किसी चुने हुए आधार-तल (datum) के संदर्भ में ज्ञात किया जाता है।[2] समुद्र से ऊँचाइयों के इस आधार-तल को ज्वारीय प्रेक्षणों की एक श्रेणी से निर्धारित करते है, जिससे कि 'माध्य समुद्र तल' ज्ञात होता है। ब्रिटिश चार्टो पर समुद्र के तल से नीचे की ऊँचाइयों का आधार तल निम्नतम

---

1 समस्या के आधुनिक पक्षों का एक बहुत उपयोगी सर्वेक्षण 'Questions générales concernant la répresentation du relief au point de vue topographique et morphologique', *Comptes Rendus du Congrès International de Géographie, Lisbonne*, 1949. *Tome I. Actes du Congrès. Travaux de la Section I* (लिसबन, 1950) में दिया गया है। एक संक्षिप्त किन्तु व्यापक सर्वेक्षण J. S. Keates, 'Techniques of Relief Representation', *Surveying and Mapping*, अंक 21, पृ० 459-63 (वार्शिगटन, डी० सी०, 1961) है।

2. ओल्ड ब्रिटिश डेटम विक्टोरिया पार्क, लीवरपूल, पर 7 तथा 16 मार्च, 1844, के बीच किये गये अल्पकालीन ज्वारीय प्रेक्षणों की एक श्रेणी पर आधारित था। इन दस दिनों के ज्वारीय प्रेक्षणो को उच्च तथा निम्न जल के निकट एक घन्टे तक पाँच-मिनट के अन्तरालों पर किया गया था। इस प्रकार आर्डनेन्स सर्वे को एक आधार-तल, एक माध्य समुद्र तल, मिला जो कि 1921 तक माना गया, और वास्तव में कुछ मानचित्रों पर अभी तक ओल्ड डेटम के अनुसार ऊँचाइयाँ दी जाती हैं, क्योंकि स्थानांतरण अभी चल रहा है। जब ओ० एस० ने 1911 में ग्रेट ब्रिटेन के प्रारंभिक तल जाल को फिर से बनाने का निश्चय किया, तो एक नया आधार-तल प्राप्त करना भी तय किया गया। नेवलीन टाइडल आबजर्वेटरी में जो कि समुद्र में प्रक्षिप्त एक बंगसार (pier) पर है, एक वस्तुतः खुला-समुद्री स्थल है। 1 मई, 1915, से 30 अप्रैल, 1921, तक घन्टेवार अभिलेखो का माध्य परिकलित किया गया, और बहुत से सुधारों के प्रयोग के बाद, ग्रेट ब्रिटेन की सभी ऊँचाइयों के आधार स्वरूप एक 'न्यू डेटम' निश्चित किया गया।

जल स्रोतों को बनाया जाता है, जो कि नौकारोहण के लिए सबसे बुरी जल दशा होती है। स्थानीय ऊँचाइयों का प्रमुख गुण यह है कि ये निश्चित तथा परिशुद्ध सूचना देती हैं, और इनका मुख्य दोष यह है कि मानचित्र पर बिखरी हुई ये उच्चावचन के सामान्य प्रतिरूप का न्यूनतम या शून्य चाक्षुण प्रभाव देती हैं।[1] तथापि, अन्य तरीकों के साथ प्रयोग करने पर ये वह परिशुद्धता प्रस्तुत कहती हैं जो उनके बिना प्रायः नहीं मिलती। छोटी मापनी के मानचित्र पर भी प्रमुख शिखरों की ऊँचाइयाँ लिखी होनी चाहिये, और निम्नभूमि क्षेत्रों तथा घाटियों की तली में भी कुछ ऊँचाइयाँ दिखलानी चाहिये, जिनकी अक्सर उपेक्षा कर दी जाती है। गहरे छायाकरण के क्षेत्रों में संख्याओं को सफेद पेनलों में रखना चाहिये।

(ख) समोच्च-रेखाएँ

समोच्च-रेखाएँ (Contour-lines या Contours) {जिन्हें कभी-कभी समगाधरेखाएँ (isohypses) कहते हैं} किसी मानचित्र पर उन सभी विन्दुओं में से होकर खींची जाती हैं जो एक चुने हुए आधार तल से समान ऊँचाई या निचाई पर होते हैं। कुछ समोच्च रेखाएँ भूमि पर सर्वेक्षण से प्राप्त की जाती हैं तथा अन्य को कुछ अंशों तक, शुद्धता से निश्चित की हुई, स्थानीय ऊँचाइयों से एवं कुछ हद तक, कुशल सर्वेक्षक के द्वारा क्षेत्र में, आँख की सहायता से अन्तर्वेशित किया जाता है।[2] इन अन्तर्वेशित समोच्च रेखाओं को आम तौर से आकृति रेखा कहते हैं, जब कि सर्वेक्षण की गयी समोच्च रेखाओं को कुछ मोटा करके या अन्य प्रकार से महत्वपूर्ण दिखलाया जाता है। आधुनिक फोटोग्रामितीय (photogrammetric) विधियों से यह संभव हो गया है कि जटिल त्रिविम आलेखन (stereo-plotting) मशीनों का उपयोग करके आकाशी फ़ोटो (air-photographs) से समोच्च रेखाओं को अत्यन्त परिशुद्धता एवं शीघ्रता से बना लिया जाय।

समोच्च-रेखीय अन्तराल (The Contour Interval) : यदा-कदा एक परिवर्ती समोच्च रेखीय अन्तराल का उपयोग किया जा सकता है; पर्वतीय क्षेत्रों में एक निश्चित ऊँचाई के ऊपर इसे बढ़ाया जा सकता है, या निम्नभूमि क्षेत्रों में अतिरिक्त समोच्च रेखाएँ

1. K. H. Huggins, 'The Scottish Highlands : A Regional Study', *Scottish Geographical Magazine*, अंक 51, पृ० 296-306 (एडिनबरा, 1935) में हाइलैण्ड्स को सीमांकित करने के प्रयास में स्थानीय-ऊँचाइयों के एक रूप का बहुत प्रभावशील उपयोग किया गया है। इन्होंने "उच्चावचन की कोटि के अपरिष्कृत संकेत" को देने के लिए, एक मानचित्र में जिसमें केवल 1,00 फ़ुट की समोच्च रेखा बनी हुई थी, 1,500 फ़ुट से ऊँचे प्रत्येक शिखर को एक विन्दु से दिखलाया था (पृ० 299)।
2. K. M. Clayton, 'A Note on the Twenty-five Foot "Contours" shown, on the Ordnance Survey 1:25,000 Map,' *Geography*, अंक 38, पृ० 77-83 (लन्दन, 1953)। इसमें ब्रिटिश सरकारी मानचित्रों पर दिखलायी गयी समोच्च रेखाओं के विषय में बहुत जानकारी मिलती है, और जिन ऊँचाइयों पर समोच्च रेखाओं को खींचा या अन्तर्वेशित किया गया था उनका एक आरेख भी दिया है (पृ० 80)।

भर सकते हैं जिससे अन्तराल कम हो जाता है। कुछ अधिकारियों का दावा है कि अन्तराल में यह परिवर्तन केवल छोटी मापनी के मानचित्रों[1] में (जैसे कि अन्तर्राष्ट्रीय 1:10 लाख की श्रेणी) या ऐटलस के मानचित्रों में ही अनुमेय है। बड़ी मापनी के स्थलाकृतिक मानचित्रों में अन्तराल को यथासंभव समान रखना चाहिये, चाहे पर्वतीय भागों में समोच्च रेखाएँ भीड़ करने लगें; वास्तव में यह भीड़ करना उच्चावचन की तीव्रता को कुछ चाक्षुण प्रभाव के साथ व्यक्त करता है जैसा कि 'हैश्यूर' अर्थात रेखाचित्रण में होता है। किन्तु पाण्डुलिपि मानचित्रों पर समोच्च रेखाएँ इतने पास-पास बनाना कदाचित ही संभव या वांछित होता है। समोच्च रेखीय अन्तराल[2] की यह समस्या सभी सममानरेखी या वर्णमात्री अन्तरालों के जैसी है (पृ० 40 पर इसकी व्याख्या की गयी है)।

सार्थक समोच्च रेखाएँ (Significant Contours) : स्थलाकृतिक मानचित्र में उच्चावचन की विस्तृत जानकारी मिलती है, क्योंकि एक विशेष समोच्च रेखीय अन्तराल पर प्रत्येक समोच्च रेखा उसमें बनी होती है। किसी विशेष प्रयोजन के लिए एक उच्चावचन मानचित्र बनाने में, प्राय: यह आवश्यक होता है कि कुछ हद तक स्पष्टता और महत्व के लिए और कुछ हद तक चित्रण तथा पुनुरुत्पादन की सुविधा के लिए, कुछ सार्थक समोच्च रेखाओं का चयन किया जाय। समोच्च रेखाओं का चयन सावधानी से करना चाहिये; एक वैकल्पिक श्रेणी के उपयोग से बिल्कुल भिन्न प्रभाव उत्पन्न हो सकता है।

कभी-कभी कोई एक ही समोच्च रेखा स्वयं में बड़ी अर्थपूर्ण होती है। लन्दन बेसिन में 200 फ़ुट की सम्मोच्च रेखा, उत्तरी-पूर्वी बेल्जियम में 70 फ़ुट की समोच्च रेखा, स्काटलैण्ड में 800 फ़ुट की समोच्च रेखा,[3] इंगिलबरो क्षेत्र में 1,300 फ़ुट की समोच्च रेखा,[4]

---

1. A. de Ghellinck, M. A. Lefèvre तथा P. L. Michotte के द्वारा संग्रहित, तथा *Institut Cartographique Militaire* द्वारा मुद्रित, बेल्जियम का *Carte Oro-hydrographique* मानचित्र, सबसे आकर्षक तथा सूचनापूर्ण उच्चावचन मानचित्रों में से एक है। यह 5, 20, 50, 100 तथा प्रत्येक 100 मीटर पर 700 मीटर तक हरे, पीले और भूरे की ग्यारह छटाओं (shades) में रंगा हुआ है।
2. देखिये (i) 'Selection of Contour Intervals' (A Panel Discussion) *Surveying and Mapping,* अंक 12, पृ० 344-58 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1952); (ii) G. D. Whitmore, 'Contour Interval Problems', *Surveying and Mapping,* अंक 12, पृ० 174-7 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1953), उपरोक्त व्याख्या का एक संक्षिप्त रूपांतर; और (iii) R. Finsterwalder, 'Zu den Schichtlinier der deutschen Karte 1:25,000, *Die Erde,* अंक 3, पृ० 36 43 (बर्लिन,1951-52)।
3. K. H. Huggins, op. cit (1935)।
4. M. M. Sweeting, 'Erosion Cycles and Limestone Caverns in the Ingleborough District', *Geographical Journal,* अंक 115, पृष्ठ 78 (लन्दन, 1950)। भू-आकृति-वैज्ञानिक लक्षणों के मानचित्र पर ध्यान दीजिये, जो कि 1,300 फ़ुट की समोच्च रेखा से एक असाधारण अपरदन धरातल की रूपरेखा को दिखलाता है।

आदि सभी किसी रोचक लक्षण (interesting feature) को चित्रण के द्वारा स्पष्ट करती तथा बल प्रदान करती हैं।

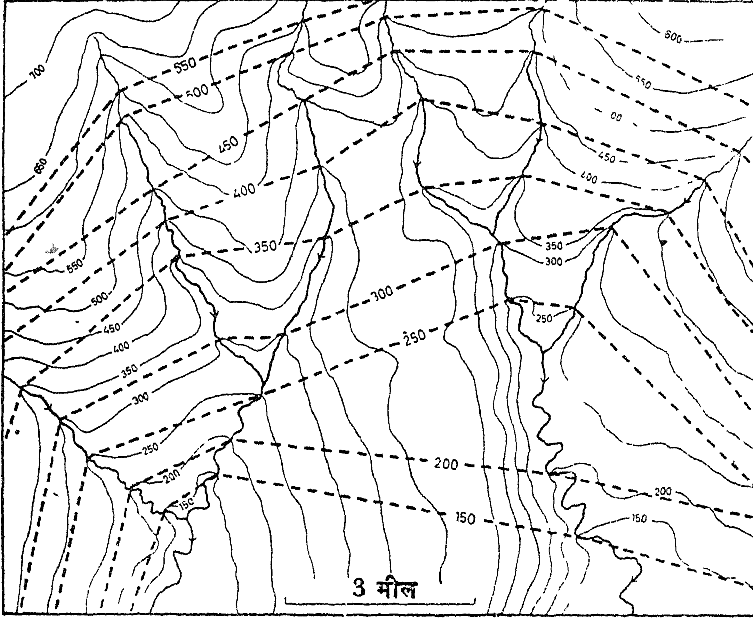
सामान्यीकृत समोच्च रेखाएँ (Generalized Contours) : समोच्च रेखाओं का अनुरेखण आमतौर से बहुत परिशुद्धता के साथ करना चाहिये। तथापि, यदि सूक्ष्म ब्यौरे की उपेक्षा कर दी जाय तो, यदा कदा, एक अधिक स्पष्ट चित्र प्राप्त हो सकता है। उदाहरण के लिए प्रोफ़ेसर एस० डब्ल्यू० वूलरिज ने चिल्टर्न (Chiltern) के अनुनति ढाल (dip-slope) का एक मानचित्र बनाया था जिसमें 50 फ़ुट के अन्तराल पर समोच्च रेखाओं को छोटी घाटियों के आर-पार ले गये थे जिससे कि दोआब (interfluves) परस्पर जुड़ जायें।[1] यह कहना आवश्यक नहीं होगा कि इस तरीके को बड़े विवेक के साथ काम में लाना चाहिये।[2]

समोच्च रेखाओं का बहिर्वेशन (extrapolation of Contours) : जो अपरदन के धरातल या चबूतरे, परवर्ती विच्छेदन (Subsequent dissection) के कारण अधिकतर नष्ट हो गये हैं, कभी-कभी किसी अनुभवी भूआकृतिवैज्ञानिक के मार्गदर्शन में उनका मानचित्रण के द्वारा पुनर्निर्माण करना तथा पुनःस्थापित समोच्च रेखाओं (restored contours) या इयोहिप्सेस (eohypses) को सम्मिलित कर लेना सम्भव हो जाता है। प्रोफ़ेसर ए० ए० मिलर[3] ने दक्षिण-पश्चिमी वेल्स में 600 फ़ुट ऊँचे पठार के अवशेषों को क्षेत्र में पहिचाना तथा ढाल भंग होने के विन्दुओं पर उनके किनारों को आलेखित किया था। पठार के ये अवशेष विन्दु-चित्रण (Stipple) के द्वारा दर्शाये गये थे। फिर पठार के संभावित

---

1. यह मानचित्र एक चौड़ी वेदिका, या समतलपन, को उभारने में सहायक है, जो कि 500 और 650 फ़ुट की समोच्च रेखाओं के बीच में है और जिसके पीछे एक अधिक तीव्र ढाल है। प्रोफ़ेसर वूलरिज ने इसको प्लायोसीन समय के समुद्री अपघर्षण (abrasion) से सम्बन्धित किया है। देखिये एस० डब्ल्यू० वूलरिज तथा आर० एस० मॉरगन, *The Physical Basis of Geography*, पृष्ठ 260 (लन्दन, नया संस्करण, 1946)। टीप : यह (तथा वह उपयोगी अध्याय जिसमें यह है) 1959 तथा उसके बाद के संस्करणों में जिनका नाम *An Outline of Geomorphology* है, सम्मिलित नहीं किया गया था। एस० डब्ल्यू० वूलरिज तथा डी० एल० लिन्टन, *Structure, Surface and Drainage in South-East England* (लन्दन, 1955) भी देखिये।
2. A. J. Pannekoek, 'Generalization of Coastlines and Contours', *International Yearbook of Cartography*, अंक II, पृष्ठ 55-75 (लन्दन, 1962)। इसमें अनेक उदाहरण हैं जो विभिन्न मापनियों पर ऐसी ही समोच्च रेखाओं का चित्रण दिखलाते हैं और सरलीकरण की आवश्यक कोटि पर बल देते हैं।
3. A. A. Miller, 'Tho 600-Foot Plateau in Pembrokeshire and Carmarthenshire', *Geographical Journal*, अंक 110, पृ० 148-59 (लन्दन, 1937)।

मूल विस्तार को दिखलाने के लिए इन्होंने समोच्च रेखाओं की प्रणाली को बहिर्वेशन के द्वारा बढ़ाया था।[1]



चित्र 25—प्रवाह-रेखा धरातल

G. H Dury, 'Methods of Cartographical Analysis in Geomorphological Research', *Indian Geographical Society : Silver Jubilee Souvenir*', पृ० 136-40 (मद्रास, 1952) पर आधारित।

प्रवाह-रेखा धरातल (चित्र 25) : किसी उच्चभूमि क्षेत्र में, जिसे नदियों ने गहरा काटा हो, घाटियों के बीच में विस्तृत दोआब शेष रहते हैं। 'प्रवाह-रेखा धरातल' की समोच्च रेखाओं को अन्तर्वेशित करके यह अनुमान लगाया जा सकता है कि अभी कितना अनाच्छादन शेष है। यह कार्य मुख्य धाराओं के साथ वास्तविक समोच्च रेखाओं के प्रतिच्छेदनों को आलेखित करके किया जाता है; अतः मुख्य धाराएँ प्रत्येक 6 0 फ़ुट की वास्तविक समोच्च

1. भू-आकृतिवैज्ञानिक समस्याओं में समोच्च रेखा बहिर्वेशन के उपयोग के असाधारण उदाहरण H. Annaheim, 'Studien Zur Geomorphogenese der Südalpen and Alpenrand', *Geographica Helvetica*, अंक 2, पृ० 90 (बर्न, 1946) में दिये गये हैं ; और D. L. Linton, 'Some Aspects of the Evolution of the Rivers Earn and Tay', *Scottish Geographical Magazine*, अंक 56, पृ० 1-11 (एडिनबरा, 1940)।

रेखा को जिन विन्दुओं पर काटती हैं उन्हें मिलाने से 600 फ़ुट की प्रवाह-रेखा समोच्च रेखाएँ बनायी जा सकती हैं।[1]

समोच्च रेखीय मानचित्र बनाने की प्रविधि : आमतौर से यह प्रचलन है कि जिन समोच्च रेखाओं को दर्शाना हो उन्हें चाहे फ़ोटो या मॉडल से विवेचना करके, भूमि पर सर्वेक्षण करके, स्थानीय ऊँचाइयों से अन्तर्वेशित करके या किसी शासकीय स्थलाकृतिक मानचित्र से अनुरेखण करके पहिले पेंसिल से बनाते हैं। स्पष्ट स्थलाकृतिक मूल मानचित्र से समोच्च रेखाओं को सीधे ही स्याही से अनुरेखित किया जा सकता है। जिस मानचित्र का फ़ोटो विधि से लघुकरण करना हो उसे भारतीय स्याही से बनाना चाहिये, किन्तु रंगीन जलसह स्याही (जैसे कि लाल या भूरी) से पाण्डुलिपि मानचित्र को स्पष्टता प्राप्त होती है। कम्पनों तथा सूक्ष्म घुमावों को बचाते हुए एक निष्कोण-बहाव वाली स्थिर रेखा खींची जाती है। कभी-कभी अपवाह का अनुरेखण पहिले ही कर लेना अच्छा रहता है जिससे कि अन्त: प्रविष्ट समोच्च रेखाओं को शुद्धता से स्थित किया जा सके। समोच्च रेखाओं की ऊँचाई प्रत्येक रेखा के ऊपरी ओर लिखी जाती है, जिससे कि पहिली ही दृष्टि में चढ़ाव तथा उतार की दिशाएँ ज्ञात हो जाती हैं, तथा यह संख्याएँ एक दूसरे के ऊपर एक पंक्ति में रखी जाती हैं। अथवा, संख्याओं को प्रत्येक रेखा के भंग होने के स्थान पर लिखा जा सकता है, किन्तु प्रत्येक का ऊपरी सिरा यहाँ भी धरातलीय ऊँचाई की ओर होना चाहिये। समोच्च रेखीय अन्तराल को मानचित्र के नीचे लिखना चाहिये। यदि मानचित्र का लघुकरण होना हो तो समोच्च रेखाओं की ऊँचाइयों तथा स्थानीय ऊँचाइयों को पर्याप्त बड़ा लिखना चाहिये जिससे कि उनका लघुकरण स्पष्ट हो सके।

(ग) समोच्च रेखीय विधि का विस्तरण

समोच्च रेखाओं के द्वारा उच्चावचन के प्रदर्शन में परिष्करण लाने के लिए विविध प्रयास किये गये हैं। आर्डनेन्स सर्वे (Ordnance survey) के द्वारा किये गये एक प्रयोग में जो सन् 1866 में प्रकाशित हुआ था, धूसर रंग के स्तर रंजन के ऊपर अध्यारोपित समोच्च रेखाओं को उत्तरी-पश्चिमी ढालों पर सफ़ेद रेखाओं का तथा दक्षिणी-पूर्वी ढालों पर काली रेखाओं का प्रयोग करके समोच्च रेखाओं को अधिक स्पष्ट बनाने का प्रयत्न किया गया था। ये समोच्च रेखाएँ सचमुच इतनी असाधारण थीं कि वे देखने में सीढ़ियों की एक श्रेणी की भाँति लगती थीं।

समोच्च रेखाओं को 'प्रदीप्त' दिखलाने के लिए विद्यार्थी अनुरेखण से सहायता ले सकता है; एक काँच के पत्र पर ड्राइंग-कागज़ रख कर उसके ऊपर अनुरेखण को रखिये तथा उस पर बनी समोच्च रेखाओं पर एक कठोर पेंसिल चलाइये जिससे कि कागज़ पर हल्के

---

1. G. H. Dury, 'Methods of Cartographical Analysis in Geomorphological Research', *Indian Geographical Society, Silver Jubilee Souvenir Volume*, पृ० 136-40 (मद्रास, 1952)।

गड्ढे बन जायेंगे । मुलायम कार्बन पेंसिल से पर्वत-छायाकरण कीजिये (देखिये अ० सं० 23), जिससे समोच्च रेखाएँ सफ़ेद चमकेंगी । अन्त में दक्षिणी-पूर्वी ढालों की समोच्च रेखाओं पर भारतीय स्याही चलाइये ।

समोच्च रेखाओं की यह आलोचना की जाती है कि वे उच्चावचन को कुछ चिकना गोलाईयुक्त तथा ऊर्मिल प्रभाव दे देती हैं जब कि ढाल में आकस्मिक परिवर्तन, तीव्र क्रम-भगंता या कोर, एवं कोई भी विच्छेद छिप जाते हैं, जब तक कि वे इतने श्रृंगयुक्त न हों कि उन्हें शैल-चित्रण (rock-drawing) से दिखलाया जाय (देखिये अ० सं० 24) । आर० ल्युसर्ना[1] ने इन **केन्टन** (Kanten) या कोरों को दिखलाने के लिए, कोर रेखाएँ ('edge-lines') या भग्न रेखाएँ ('break lines') नामक भारी रेखाएँ अध्यारोपित की थी, जिससे कि जर्मन नाम *Kantographie* तथा उसका अमरीकी रूप कैन्टोग्राफ़ी (Kantography) बन गया है । इनमें से कुछ रेखाएँ, जो गहरी कटी हुई पार्श्व-वादियों, लटकती घाटियों या शैल-सोपानों को दिखलाती थीं, वे समोच्च रेखाओं के आर-पार खिंची थी तथा वे अन्य जो शैल-शिखरों या नदी वेदिकाओं को दर्शाने वाली थीं उन्हें समोच्च रेखाओं के समांतर खींचा गया था । समोच्च रेखाओं को इन कोर रेखाओं पर प्राय: तोड़ दिया गया था ।

उच्चावचन को प्रभावपूर्ण तरीके से दर्शाने के लिए समोच्च रेखाओं के साथ कुछ अतिरिक्त सूचना देने के कुछ प्रयोग, कुछ समय पूर्व, जर्मनी में किये गये थे ।[2] इनमें समोच्च रेखाओं के अन्तराल को, जो कि उच्चावचन की प्रकृति तथा प्रकार के अनुसार बदलता है, सावधानी से चुना जाता है जिससे कि समोच्च रेखाओं के प्रतिरूपों से किसी हद तक चित्रात्मक प्रदर्शन प्राप्त हो सके । ढाल के भंग होने को, अध्यारोपित छायाकरण की पट्टियों के द्वारा, दिखलाने के लिए कैन्टोग्राफ़ी का उपयोग किया जाता है और शैल दृष्यांशों, शैल-मलवा तथा अन्य धरातलीय विशेषताओं को दिखलाने के लिए विविध प्रतीकों का हल्का प्रयोग किया जाता है । लेक डिस्ट्रिक्ट की भाँति प्रमुख उच्चावचन वाले क्षेत्र में एक रूपरेखी समोच्च रेखीय मानचित्र को ले जाना विद्यार्थियों के लिए एक उपयोगी क्षेत्रीय-अभ्यास है । भूमि पर सुव्यवस्थित कार्य करते हुए, भग्न रेखाओं को स्थित कीजिये तथा मानचित्र पर उन्हें आलेखित कीजिये; गौण भंगों को दर्शाने वाली रेखा की तुलना में दीर्घ भंगों को अधिक भारी रेखा से दिखलाया जा सकता है ।

टैनेका किटिरो (Tanaka Kitiro) **की विधियाँ** : प्रोफ़ेसर टैनेका किटिरो (Tanaka Kitiro) ने समोच्च रेखाओं को आधार सामग्री लेते हुए उच्चावचन के चित्रण

1 R. Lucerna, 'Neue Methode der Kartendarstellung', *Petermanns Mitteilungen*, अंक 74, पृ० 13-18 (गोथा, 1928); और 'Kantographic', *Comptes Rendus du Congrès International de Géographie*, अंक 2, खण्ड I, पृ० 23-4 (Leiden, 1938) ।

2. L. Brandstätter, 'Schichtlinien und Kanten-Zeichnung : Neue Methode der Geländedarstellung auf der Topographisch-morphologischen Kartenprobe I:25,000', *Erdkunde*, अंक, 14, पृ० 171-81 (बॉन, 1960) । दो मानचित्र उद्धरण सम्मिलत हैं ।

के दो मौलिक तरीके विकसित किये हैं। ये तरीके और इनके पीछे जो गणित है वह कुछ उलझनपूर्ण है; कई विस्तृत लेखों में इनका वर्णन है तथा चित्रों की सहायता से असाधारण रूप में समझाया गया है।[1]

इन्होंने **लम्बकोणीय उच्चावचन** (Orthographical Relief) विधि में, जो कि 1931 में निकाली गयी थी, भूमि के धरातल पर प्रकाश तथा छाया की परिशुद्ध तीव्रता चित्रित करने के लिए, आनत समोच्च रेखाओं का उपयोग किया है (चित्र 26)। ये आनत समोच्च रेखाएँ यद्यपि गणित के तरीके से निर्धारित की जाती हैं, किन्तु इन्हें ड्राफ़्टस्मैन यांत्रिक तरीके से परिशुद्धता के साथ बना सकता है, और इसमें कोई परख, पूर्वानुमान या कलात्मक कौशल आवश्यक नहीं है। यह विधि तीव्र ढालों तथा असाधारण उच्चावचन को अत्यन्त कुशलता से महत्वपूर्ण बना देती है, किन्तु रेखाओं की बहुकता से मानचित्र भारी तथा अस्पष्ट होने लगता है। यह पर्थ के आस-पास के भूभाग के उदाहरण में, जिसे आर्डनेन्स सर्वे के ड्राफ़्टस्मैन ने विशेष तौर पर बनाया है, बड़ी स्पष्टता से दिखलायी पड़ता है।[2]

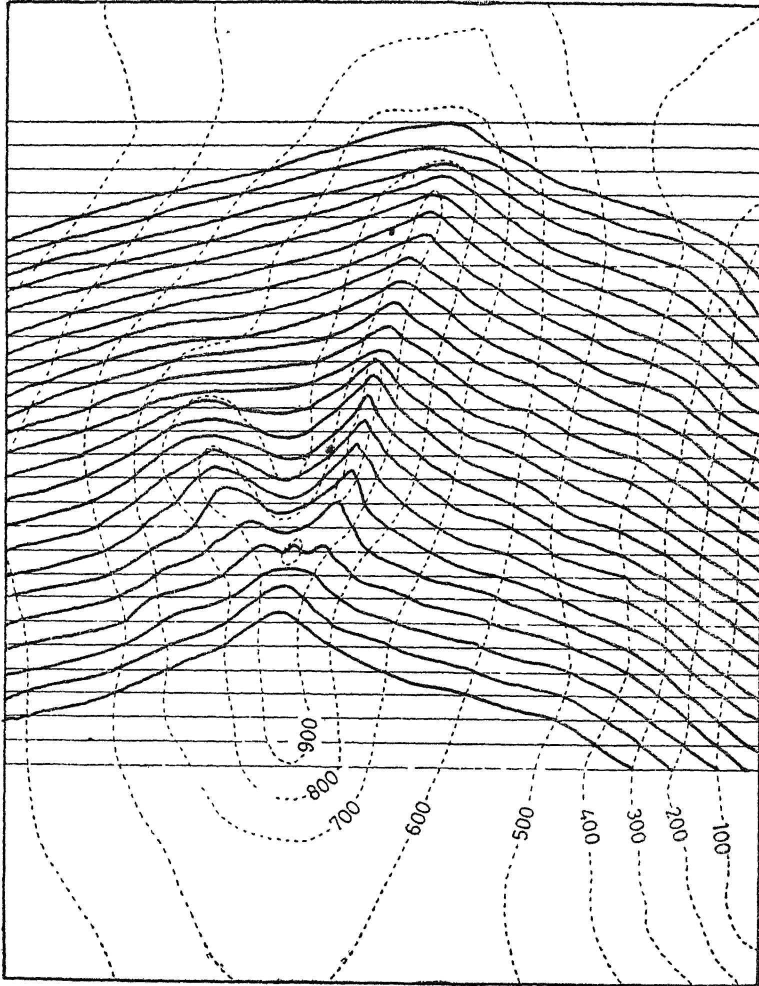
सन् 1950 में, टैनेका ने अमरीका में अपनी **उच्चावचन सम्मोच्च रेखा** विधि को प्रकाशित किया था, जिसे उन्होंने इसलिए निकाली थी कि मानचित्र पर साधारण समोच्च रेखाएँ बनी रहें और वह ब्यौरेवार उच्चावचन दिखलाये जैसा कि तिर्यक प्रदीप्ति से होता है।

प्रत्येक समोच्च रेखा की परिशुद्ध मोटाई का परिकलन किया गया था, जो कि ढाल की कोटि के साथ बदलती है। प्रकाश के स्रोत से विमुख ढालों पर समोच्च रेखाओं को काले रंग से बनाया गया था और जो प्रकाश की ओर थे उन्हें सफ़ेद से; इन्होंने इनको 'उच्चावचन समोच्च रेखाएँ' कहा है। अन्य सभी ब्यौरे—नदियाँ, सड़कें, नगर, स्थानीय ऊँचाइयाँ तथा नाम—को उच्चावचन समोच्च रेखाओं के ऊपर काले रंग से बनाया गया था। इस मानचित्र का पुनरुत्पादन या तो एक अकेले ही हाफ़-टोन ब्लॉक से हो सकता है, या दो मुद्रण प्लेटों से जिनमें से, एक में काली समोच्च रेखाएँ एवं अन्य ब्यौरा होता है, और दूसरी में एक समान उदासीन पृष्ठभूमि पर केवल सफ़ेद समोच्च रेखाएँ होती हैं। दूसरे प्रक्रम

---

1. (a) Tanaka Kitirô, 'The Orthographical Relief Method of Representing Hill Features on a Topographical Map', *Geographical Journal*, अंक 79, पृ० 213-19 (लन्दन, 1932)।
   (b) Tanaka Kitirô, 'The Relief Contour Method of Representing Topography on Maps', *Geographical Review*, अंक 40, पृ० 444–56 (न्यूयार्क, 1950)। प्रोफ़ेसर टैनेका किटिरो जापान के क्यूशू विश्वविद्यालय के यांत्रिकी निकाय के एक सदस्य हैं।
2. H. St. J. L. Winterbotham, 'Note on Professor Kitirô's Method of Orthographical Relief, *Geographical Journal*, अंक 80, पृ० 519-20 (लन्दन, 1932)।

में हाफ़-टोन से अधिक स्पष्टता के साथ रेखीय ब्यौरा उत्पन्न होता है।[1]



चित्र 26—उच्चावचन के निरूपण की आनत समोच्च रेखा (Inclined Contour) विधि। टैनेका किटिरो (Tanaka Kitiro) द्वारा निकाली गयी लम्बकोणीय उच्चावचन विधि पर आधारित (उ० ग्र०, 1932)।

1. विद्यार्थी को, टैनेका किटिरो के लेख में प्रकाशित, क्यूशू द्वीप में कागोशिमा के निकट किरीशिमा ज्वालामुखी समूह के उच्चावचन-समोच्चरेखा मानचित्र का परीक्षण करना चाहिये और इसकी तुलना शासकीय जापानी स्थलाकृतिक मानचित्र के पुनरुत्पादन से करनी चाहिये, जिस पर कि उच्चावचन-समोच्चरेखा मानचित्र आधारित था। बाद वाला मानचित्र देखने में विचित्र लगता है, मानो वह दफ्ती की तहों का बना हो, किन्तु उच्चावचन का प्रभाव, जो कि ज्वालामुखी स्थलाकृति के एक सचमुच असाधारण क्षेत्र पर प्रयोग किया है, वह असाधारण रूप से स्पष्ट है।

(घ) स्तर-छायाकरण तथा रंजन (Layer Shading and Tinting)

ऊँची तथा नीची भूमि के वितरण को पहिली ही दृष्टि में देखा जा सके, इसके लिए मानचित्र पर दो विशेष समोच्च रेखाओं के मध्य के प्रत्येक भाग को रंगना या छायाकृत बनाना संभव है। इसे स्तर-छायाकरण या उच्चतादर्शी छायाकरण कहते हैं। स्पष्ट है कि यह विधि विविध उच्चावचन वाले भू-भाग के लिए अधिक उपयोगी है, क्योंकि एक पूरे मानचित्र को जो मैदानी या पठारी एक समान समतल भू-भाग का हो, एक ही रंग में रंगना निरर्थक है। स्तर-रंजन का सिद्धान्त एक प्रकार से भ्रामक है, क्योंकि 100-तथा 200-फ़ुट की समोच्च रेखाओं के बीच में एक ही रंग का होना, ऊँचाई के क्रमिक परिवर्तन के बजाय एक समान तल प्रदर्शित करता है। फिर भी, इससे मिलते-जुलते सिद्धान्त पर बनाये गये सभी मानचित्रों की भाँति यह विधि भी यदि विवेक से काम में लायी जाय तो उपयोगी होती है (देखिये पृ० 45-54)।

रेखा-छायाकरण (Line-shading) : उच्चावचन के पाण्डुलिपि मानचित्रों में आम तौर से रेखा-छायाकरण तथा हस्त-विन्दु चित्रण नहीं करना चाहिये। यह क्रिया मन्द गति से होती है तथा इसके 'सीढ़ीदार' प्रभाव से बचा नहीं जा सकता, और बीच की समोच्च रेखाएँ अक्षरलेखन, एवं अन्य ब्यौरे प्राय: छिप जाते हैं। कभी-कभी काले रंग में छपे हुए यांत्रिक विन्दु चित्रणों का उपयोग किया जा सकता है (देखिये पृ० 50), किन्तु सावधानी से एक क्रमबद्ध श्रेणी का चयन करना चाहिये।

रंग : हाफ़-टोन ब्लॉकों के उपयोग से, आधुनिक मुद्रण प्रक्रियाओं ने ऐटलस तथा स्थलाकृतिक मानचित्रों में स्तर रंजन का सफल प्रयोग संभव कर दिया है; स्पष्ट है कि यह सब इस पुस्तक के क्षेत्र से परे है। तथापि, हस्त-रंजन को हस्तचित्रित मानचित्रों पर उपयोग में ला सकते हैं, या कि यांत्रिक विन्दु चित्रणों के द्वारा लाइन-ब्लॉकों पर (देखिये पृ० 52-53); यदि आवश्यक व्यय का औचित्य हो तो भूरे विन्दुचित्रण का उपयोग अत्यन्त प्रभावशाली होगा।

उच्चावचन मानचित्रों के हस्त रंजन के लिए रंग के प्रकारों को सावधानी से चुनना चाहिये। एक विकल्प यह है कि हरे, पीले तथा भूरे रगों के अनुक्रम को बढ़ती हुई ऊँचाई के लिए प्रयोग किया जाय, और संभवत: सबसे ऊँची भूमि के लिए लाल, बैगनी तथा सफ़ेद रंग का उपयोग किया जा सकता है। रंगों का परिवर्तन कितने समोच्च रेखीय अन्तराल पर हो, इसका चुनाव सावधानी से करना चाहिये। तीव्र विपर्यास के सीढ़ीदार प्रभाव से बचने के लिए तथा एक क्रमिक अनुक्रम देने के लिए प्रत्येक रंग की जितनी गहराइयाँ संभव हों उनका उपयोग करना चाहिये। एक अन्य तरीका यह है कि एक रंग के सबसे हल्के से लेकर सब से गहरे घनत्व का उपयोग किया जाय।[1] एक तीसरा तरीका यह है कि उत्तरोत्तरी

---

1. उदाहरणों में आर० ए० एफ़० मानचित्रों का बैगनी स्तर-रंजन, बार्थोलोम्यू के *Road Atlas of Great Britain* के आकर्षक धूसर रंग तथा ब्रिटिश काउंसिल के *Map of Middle East* के धूसर रंग सम्मिलित हैं।

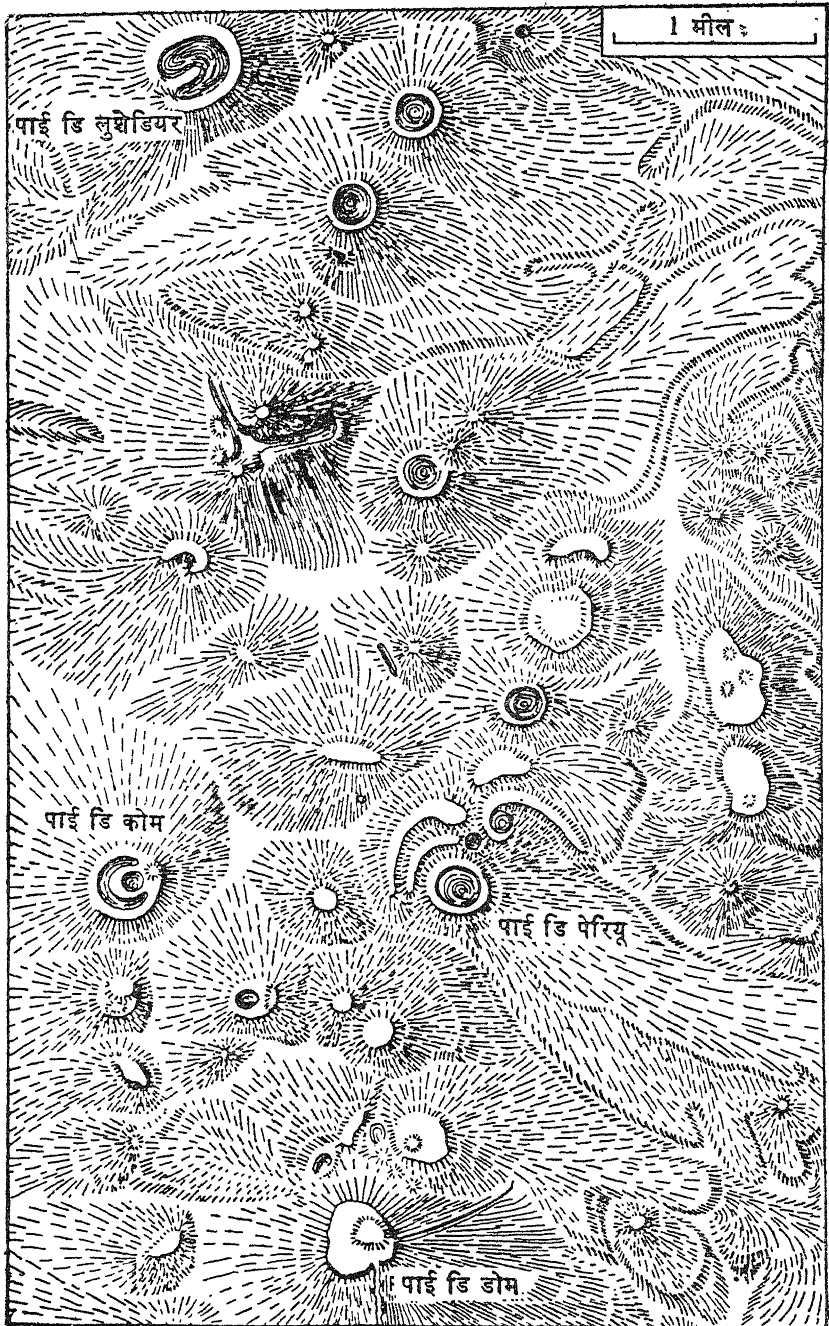
आभाओं का इस प्रकार विलयन या क्रम निर्धारण किया जाय कि सीढ़ीदार प्रभाव उत्पन्न न हो; इस तरीके में रंग का वह निरपेक्ष मात्रात्मक गुण नहीं मिलता जैसा कि समोच्च रेखाओं के बीच में भरने पर होता है (यद्यपि इसे समोच्च रेखाओं पर अध्यारोपित किया जा सकता है), फिर भी यह बहुत प्रभावपूर्ण है, विशेषकर जब इसे हल्के पर्वत-छायाकरण के साथ मिला कर प्रयोग किया जाय। रंग देखने में हल्के होने चाहिये, मानो एक फीका धूसर लेप लगा दिया गया हो, जिससे कि हरे-धूसर से धूसर-भूरे तक विस्तृत एक श्रेणी बन सके। की-पेनल में एक अकेला स्तम्भ होता है जिसमें रंगों का विलयन दिखलायी देता है तथा बग़ल में सार्थक ऊँचाइयों के चिन्ह अंकित होते हैं।

किसी रूपरेखी समोच्च रेखा मानचित्र की दो प्रतियों को दो भिन्न रंग प्रणालियों से रंगना एक अत्यन्त प्रकट करने वाला अभ्यास होता है; कभी-कभी मानचित्र के सामान्य रूप में इस प्रकार बड़े असाधारण विपर्यास उत्पन्न हो जायेंगे।

(ङ) हैश्यूर (रेखा चित्रण)

हैश्यूर वे रेखाएँ हैं जो तीव्रतम ढाल की दिशा में ऊपर से नीचे को खींची जाती हैं; जहाँ ढाल अधिक तीव्र होता है वहाँ उन्हें अधिक पास-पास खींचने की परम्परा है। एक अन्य तरीके में प्रतिइंच खींची गई रेखाओं की संख्या समान होती है, किन्तु प्रत्येक की मोटाई समानुपातिक होती है, जैसे कि लीमैन (Lehmann) प्रणाली में प्रत्येक हैश्यूर की सही मोटाई को ढाल की मात्रा के अनुसार निर्धारित करते हैं। एक अन्य अनुकूलन यह है कि रेखाचित्रण को आमतौर से उत्तर-पश्चिम की ओर से तिर्यक-प्रदीप्त माना जाता है, किन्तु यह केवल भारी उच्चावचन वाले प्रदेशों में प्रभावशील होता है, जिसमें स्पष्ट रूप से पृथक श्रेणियाँ उपस्थित हों, जैसे कि स्विट्ज़रलैण्ड में, जहाँ पर यह विधि दुफ़ो (Dufour) मानचित्र पर विकसित हुई थी।

हैश्यूर चित्रण के मुख्य दोष ये हैं कि इसमें निरपेक्ष जानकारी नहीं मिलती (जिसे दूर करने के लिए स्थानीय ऊँचाइयों को लिखना पड़ता है), क्षेत्र में हैश्यूर का बनाना कठिन है जब तक कि किसी में भूभाग को पहिचानने की कुशल दृष्टि न हो, तथा ढाल की दिशाओं में प्रभेद करना एक समस्या है। छपे हुए आधुनिक मानचित्रों में अधिकतर रंगीन हैश्यूर चित्रण मिलता है जो कि प्रायः भूरा, बैंगनी या धूसर होता है। काले हैश्यूरों में जो बड़ा दोष है कि वे पहाड़ी क्षेत्रों में सब कुछ ढक लेते हैं जैसा कि ब्रिटिश आर्डनेन्स सर्वे की एक-इंच वाली श्रेणी के प्रथम एवं द्वितीय संस्करण में मिलता है, वह दोष इस प्रकार दूर हो जाता है। इसके विपरीत इसका मुख्य गुण यह है कि किसी समोच्च रेखा मानचित्र में समोच्च रेखीय अन्तराल के बीच में जो सूक्ष्म ब्यौरा लुप्त हो जाता है उसे यह स्पष्टता से दिखलाता है, और कभी-कभी असाधारण उच्चावचन वाले भू-भाग को यह बडे नाटकीय



चित्र 27—हैश्यूर चित्रण, 1/80,000 श्रेणी, टाइप 1889, *Service Géographique de l' Armée*, पेरिस पर आधारित ।

रूप में प्रस्तुत कर सकता है (चित्र 27)।[1]

(च) पर्वत-छायाकरण

पर्वत-छायाकरण, जिसे संयुक्त राज्य में 'प्लैस्टिक-छायाकरण' कहते हैं, कुछ हद तक उच्चावचन के मॉडल का प्रभाव उत्पन्न करने के लक्ष्य से किया जाता है। यह कल्पना की जाती है कि ऐसा उच्चावचन मॉडल एक ऊर्ध्वाधर प्रकाश स्रोत से या, प्रायः उत्तर-पश्चिमी कोने से तिर्यक रूप में तीव्रता से प्रदीप्त है।[2] ऊर्ध्वाधर प्रकाश रहने पर, ढाल जितना तीव्र होगा छाया उतनी ही गहरी होगी, जब कि श्रेणी-शिखर, पठार, घाटी की तली तथा मैदान प्रकाशमान रहेंगे। तिर्यक प्रदीप्ति में, उत्तर-पश्चिमी तथा पश्चिमी ढाल छायारहित होते हैं, जब कि पूर्वी और दणिण-पूर्वी ढाल छाया में रहते हैं। दक्षिण की ओर से किया गया प्रकाश, फ़ोटो के निगेटिव जैसी विचित्र छटा उत्पन्न करता है और इसका उपयोग कभी नहीं होता। छायाकरण के लिए धूसर की कोटियों का उपयोग किया जाता है, किन्तु यदा-कदा असाधारण उच्चावचन के प्रदेशों में छायापूर्ण क्षेत्रों के लिए ठोस काले छायाकरण का उपयोग हो सकता है, जिसका बहुत प्रभावपूर्ण यद्यपि कुछ कठोर प्रभाव होता है।[3] ऐसे छायाकरण पर अन्य किसी ब्यौरे या अक्षरलेखन को सम्मिलित करना सचमुच असम्भव है। इस विधि के कुछ जन्मजात दोष वे ही हैं जो रेखाचित्रण में होते

---

1. निम्नलिखित पर बने रेखाचित्रण (hachuring) की तुलना कीजिये : (क) *Topographischer Atlas der Schweiz* (*Dufour*), 1:50,000; (ख) *Topographischer Atlas der Schweiz* (*Siegfried*), 1:50,000; (ग) नवीन *Landeskarte der Schweiz*, 1:50,000; (घ) *Carte de France au* 80,000; (ङ) आर्डनेन्स सर्वे की एक-इंच की श्रेणी के पहिले, दूसरे तथा तीसरे संस्करण; और (च) आर्डनेन्स सर्वे की एक-इंच श्रेणी का पाँचवाँ (उच्चावचन) संस्करण। इनमें से अन्तिम के लिए, जिसमें कि भूरी समोच्च रेखाएँ है, हैश्यूरों को तीसरे संस्करण के ताम्रपत्रों से लेकर उन्हें उत्तर-पश्चिमी ढालों पर नारंगी रंग में तथा दक्षिण-पूर्वी ढालों पर धूसर रंग में छापा गया था।
2. P. Yoeli, 'Relief Shading', *Surveying and Mapping,* अंक 19 पृ० 229-32 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1959), में प्रभावशील परिणामो का विश्लेषण करते हुए, ऊर्ध्वाधर, तिरछी तथा मिश्र प्रदीप्ति पर विशेष ध्यान दिया गया है। R. Mean, 'Shaded Relief', *U. S. Aeronautical Chart and Information Service,* Technical Manual RM–895 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1958) भी देखिये।
3. E. Eiselen, 'The Central Valley (of California) Project', *Economic Geography,* अंक 23, पृ० 22-31 (वॉरसेस्टर, मैस०, 1945), में चार मानचित्र हैं, जो कैलीफ़ोर्निया राज्य के उच्चावचन को असाधारण स्पष्टता के साथ दिखलाते हैं, जिसमें अनुदैर्घ्य घाटी तथा दोनों ओर की श्रेणियों को, वास्तव में, महत्व प्रदान करते हैं। नहरों, जलाशयों तथा सिंचाई योजनाओं से सम्बन्धित सूचेना को छायाकृत क्षेत्र के बाहर पेनलों में लिखा गया है और तीरों की सहायता से स्थित किया गया है।

हैं: विशिष्ट सूचना की कमी (यदि बहुत-सी स्थानीय ऊँचाइयाँ न हों) ; इस विषय में सन्देह होना कि किधर ऊँचाई और किधर निचाई है, स्कन्ध है या घाटी, पठार है या मैदान; और विशेषकर तिर्यक प्रदीप्ति करने पर, ढालों की आपेक्षिक तीव्रता के विषय में भ्रम होना।

छपे हुए स्थलाकृतिक मानचित्र में पर्वत-छायाकरण का बहुत प्रभावपूर्ण उपयोग किया जा सकता है, यदि इसे समोच्च रेखाओं, हैश्यूरों या दोनों के साथ किसी उदासीन रंग के फीके विन्दुचित्रण में प्रस्तुत किया जाय।[1]

पर्वत-छायाकरण की समस्या को समझने के लिए, ज्वालामुखी शंकु, या कटक को चुनिये तथा उसका एक समोच्च रेखी मानचित्र बनाइये और फिर एक छायाकृत मानचित्र तैयार करने का प्रयास कीजिये। छायाकरण के लिए एक अत्यन्त मुलायम ग्रैफ़ाइट या कार्बन पेन्सिल का प्रयोग करना सबसे अच्छा होगा ; छाया वाले ढालों पर हल्के स्पर्श लगाइये। लिपटे हुए कागज़ की एक डन्डी से, अथवा सावधानीपूर्वक करने पर उँगली की नोक से, घिसकर पृथक स्पर्शों को धुँधला करते हुए एक समान रंग उत्पन्न किया जा सकता है। विद्यार्थी भूरे या धूसर रंग में क्रमिक रंग के लेप का प्रभाव देख सकता है, किन्तु धब्बों से बचने के लिए बड़ी सावधानी की आवश्यकता है। कागज़ को नम कर लीजिये, और इससे पहिले कि वह सूख जाय, सब रंग कर डालिये, जिससे कोई तीव्र कोर न छूट जाये।

(छ) दृष्य-भूमि (Landscape) के रंगीन मानचित्र

मानचित्रण में रंग के उपयोग के सम्बन्ध में कुछ सामान्य विचारणीय बातों की

---

1. फ्रेंच *Service Géographique de l' Armée* ने, 1914 के पहिले के दशक में प्रकाशित, 1: 50, 000 श्रेणी में 10 मीटर अन्तरालों पर भूरी समोच्च रेखाएँ और साथ में पर्वत-छायाकरण की एक दोहरी प्रणाली का प्रयोग किया था। ऊर्ध्वाधर प्रदीप्ति की छाया को भूरे रंग में तथा उत्तर-पश्चिम की ओर से तिरछी प्रदीप्ति की छाया को बैंगनीयुक्त धूसर (Gray) में छापा गया था। उसी मापनी पर बने, और 1922 के बाद प्रकाशित, *Nouvelle Carte de France* में, मितव्ययता के लिए, केवल उत्तर-पश्चिम से भूरे रंग में तिरछा पर्वत छायाकरण किया गया था।

   आर्डनेन्स सर्वे ने पर्वत छायाकरण की प्रविधि को वन-इंच टूरिस्ट सिरीज़ के चार में प्रयोग किया है। पीक डिस्ट्रिक पत्रक पर 900 फ़ुट ओ० डी० के ऊपर स्तर-रंजन तथा पर्वत छायाकरण का एक संचय प्रयोग किया गया है। नार्थ यार्क मूर्स पत्रक पर, 400 फ़ुट के ऊपर वाले, दक्षिण तथा पूर्व की ओर के ढालों पर स्तर-रंजन को ख़ूबानी के रंगों (tones) में और पर्वत-छायाकरण को कासनी रंग में किया गया है। संशोधित लेक डिस्ट्रिक्ट (1958) तथा नवीन Lorne व Lochaber पत्रकों (1959) पर, फीके (pale) हरे रंग को क्रमश: 500 फ़ुट तथा 100 फ़ुट से नीची सब भूमि पर, हल्के भूरे को ऊपर की ओर तथा 50 फ़ुट के अन्तराल पर समोच्च रेखाओं का उपयोग किया गया था। भूरे रंग में पर्वत-छायाकरण के अध्यारोपण से एक बहुत असाधारण त्रि-विमीय प्रभाव उत्पन्न हो गया था।

रूपरेखा पृ० 52-53 पर दी गयी है। मानचित्रों में इसका उपयोग आदि काल से हो रहा है, यद्यपि पिछली शताब्दी के अन्त तक इसे, वास्तव में, हाथ से लगाया जाता था। तब से रंगीन छपाई में बहुत विकास हो गया है, जिसे शासकीय स्थलाकृतिक एजेन्सियों तथा बड़े ऐटलस संस्थानों ने प्रायोजित किया है। जैसा कि जे० एस० कीट्स (J. S. Keates) ने,[1] जिन्होंने इस विषय पर काफ़ी शोध-कार्य किया है, कहा है, स्तर रंजन और पर्वत-छाया-करण का मेल अपनी चरम सीमा पर पहुँच गया है। आगे चलकर उन्होंने दृष्य-भूमि के रंगीन मानचित्रों के सिद्धान्तों का इस प्रकार विवेचन किया है : "दृष्यभूमि के रंगीन मानचित्रों को रंगीन आकाशीय फ़ोटो के जैसा नहीं समझना चाहिये, और उनमें प्रकृति में दिखाई पड़ने वाले रंगों की नकल का प्रयत्न नहीं किया जाता। अपने समान मानी के किसी अन्य मानचित्र की भाँति ही रंगीन मानचित्र के लक्षणों का चयन, पहिचान तथा सामान्यीकरण करना चाहिये। भौगोलिक वर्णन की भाँति इसका उद्देश्य प्रदीप्त एवं उद्दीपित करना तथा तुलनाओं को सम्भव बनाना है। इस प्रकार से रंग का उपयोग 'यथार्थ' रूप में न करके 'प्रभावशील' रूप में किया जाता है।" रंग साहचर्य के मनोविज्ञान पर एक रोचक विवेचन करने के बाद कीट्स आगे चलकर मार्ग-दर्शक आधार मानचित्रों में उपलब्ध जानकारी को पाण्डुलिपि के रूप में संग्रहित करने की समस्याओं का वर्णन करते हैं, अर्थात माध्यमों (लेपित प्लेट या स्तरित पत्र) तथा वर्णक (जिसमें वे पानी का रंग अधिक पसन्द करते हैं) का चुनाव, मार्गदर्शक रेखाओं का पृष्ठभूमि में पेन्सिल से चित्रण, रंगों का वास्तविक प्रयोग (इसकी तीव्रता, चमक, छाया व महत्व), परिष्कार करने की समस्याएँ, तथा अपवाह और नामों आदि के रेखीय चित्रणों का हाफ़-टोन रंगीन-मानचित्रों के साथ मेल करना। अन्तिम परिणाम यह है कि दृष्यभूमि के सार्थक लक्षणों का त्रिविमीय प्रभाव महत्वपूर्ण बनाया जाय।

विद्यार्थी को कीट्स का मूल लेख पढ़ना चाहिये, जिसमें एक प्रभावपूर्ण मानचित्र प्रतिदर्श भी दिया गया है। यह स्पष्ट है कि यह तरीका बहुत सफल हो सकता है किन्तु इसमें निस्सन्देह, काफ़ी कलात्मक सूक्ष्मग्राहिता तथा कौशल की और मानचित्रात्मक गुण-दोष विवेचन की आवश्यकता है।

(ज) भृगु-तथा शैल-चित्रण (Cliff-and Rock Drawing)

मानचित्र पर अतिप्रवण भृगुओं (Steep cliffs) तथा शैल पार्श्वों (rock-faces) की उपस्थिति दर्शा सकना बहुत उपयोगी होता है। यह वेज (फान) (wedge) की आकृति वाली काली रेखाओं से किया जाता है, जिनके पतले सिरे ढाल के निचले ओर हों, किन्तु

---

1. J. S. Keates, 'The Small-Scale Representation of the Landscape in Colour', *Inernational Yearbook of Cartography*, अंक II, पृ० 76-83 (लन्दन, 1962)। इसमें पश्चिम अफ़्रीका के एक भाग का एक विशेष रूप से प्रभावशील रंगीन-मानचित्र सम्मिलित है, जो टामस नेल्सन एण्ड सन्स, एडिनबरा के द्वारा तैयार हो रहे एक ऐटलस में छपना है।

किसी पाण्डुलिपि मानचित्र पर, बिना झब्बेदार (Fringed या Tasselled) प्रभाव प्रस्तुत किये, ऐसा करना बहुत कठिन है।[1]

(झ) भू-आकृति (चित्रात्मक उच्चावचन) मानचित्र

ए० एच० राबिंसन (A. H. Robinson)[2] ने एक बार लिखा था, "स्थलरूप मानचित्र या भू-आकृति आरेख जिसके अनेक नाम हैं, मानचित्रों का कदाचित एक ही ऐसा प्रकार है जिसको अमरीकी भौगोलिक मानचित्रकला की पूर्णत: मौलिक देन कहा जा सकता है।" कई अमरीकी भूगोलवेत्ताओं ने, जिनमें ई० राइज़[3] उल्लेखनीय हैं, छोटी मापनी के मानचित्रों पर रुढ़िगत चित्रात्मक प्रतीकों के मानकीकृत सेट के क्रमबद्ध प्रयोग से,

---

1. आर्डनेन्स सर्वे के एक-इंच (टूरिस्ट संस्करण) के लेक डिस्ट्रिक्ट तथा स्नोडोनिया पत्रक, पाँचवे (उच्चावचन) संस्करण के कुछ पत्रक और इनसे अधिक विस्तृत 1: 25,000 श्रेणी में शृंगों को बहुत प्रभावशीलता के साथ दिखलाया गया है। स्विस मानचित्रों में सुन्दरता से बनाये गये प्रतीकों का उपयोग है, विशेषकर 1: 50,000 वाले *Siegfried* मानचित्रों में और उसी मापनी पर बने नवीन *Landeskarte der Schweiz* में। 1: 50,000 मापनी पर मैककिनली पर्वत, अलास्का के उत्तम मानचित्र को भी देखिये, जो ब्रैडफोर्ड वाशबर्न द्वारा सर्वेक्षित तथा सम्पादित और स्विस फ़ेडरल इन्स्टीट्यूट ऑफ़ टोपॉग्रफ़ी द्वारा बर्न में (1960 में) मुद्रित है।

2. A. H. Robinson (et. al.), 'Geographic Cartography', *American Geography : Inventory and Prospect*, पृ० 557 (सिरैक्यूज़, न्यू यार्क, 1954)।

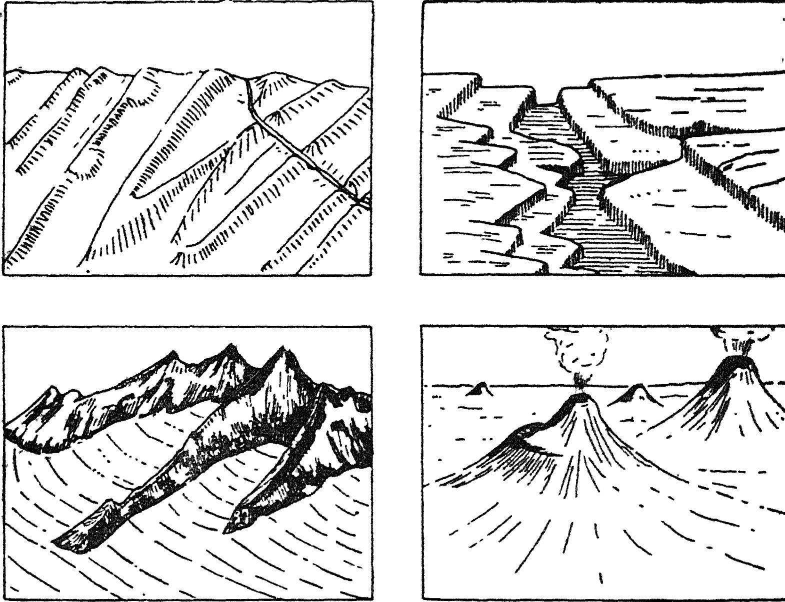
3. E. Raisz, 'The Physiographic Method of Representing Scenery on Maps', *Geographical Review*, अंक 21, (न्यू यार्क, 1931); तथा E. Raisz, 'Developments in the Physiographic Method of Representing the Landscape on Maps, *Comptes Rendus du Congrès International de Géographie. Amsterdam*, 1938. Tome 2. Travaux de la Section I. Cartographie, पृ० 33 (Leiden, 1938)। E. Raisz, *Landform Maps : A Method of Presentation* : Part I of a Final Report of Contract Nonr (2339 (00) with the Geography Branch, आफ़िस ऑफ़ नैवेल रिसर्च (वाशिंगटन, डी० सी०, 1958)। यह लेख, विशेषकर आकाशी फ़ोटो का उपयोग करते हुए, ऐसे मानचित्रों को भू-आकृति-चिह्नों की सहायता से बनाने के तरीके का विस्तार से वर्णन करता है। इस लेख के साथ लगभग 1:30 लाख की मापनी पर मैक्सिको का एक भू-आकृति-मानचित्र, भू-आकृति प्रदेशों का एक रूपरेखीय मानचित्र, तथा बाद वाले का एक संक्षिप्त वर्णन भी दिया गया है। और अधिक विवरण E. Raisz ने 'A new Landform Map of Mexico' में *International Yearbook of Cartography*, अंक I, पृ० 121-8 (लन्दन, 1961) में दिया है। राइज़ के 'Landforms of North America' नामक विख्यात-पत्रक-मानचित्र के विभिन्न मापनियों में अनेक संस्करण हो चुके हैं।

भू-आकृति-लक्षणों को दर्शाने के तरीके निकाले हैं। ये प्रतीक जिन प्राकृतिक लक्षणों को दर्शाते हैं उनके ऐसे सरलीकृत रूप पर आधारित हैं जो 45° के कोण पर ऊपर से तिरछा देखने पर मिलते हैं। कुछ अमरीकी भूगोलवेत्ता इसे 'आकृतिवर्णात्मक' या 'आकृतिक' विधि कहते हैं। सैद्धान्तिक रूप में यह विधि पुरातन मानचित्रों की आदिम संकल्पनाओं को अपनाती है, जिसमें उच्चावचन के लक्षणों को ऊर्ध्वाधर रूढ़ियों के बजाय तिर्यक रूप में और किसी हद तक सन्दर्श में दिखलाया जाता था। इनमें से अनेक भू-आकृति-चिह्न ब्लॉक-आरेखों से लिये गये हैं, जिन्हें डब्ल्यू० एम० डेविस जैसे पायनियरों ने बनाया था। उद्धृत लेख में, राइज़ ने उपयोग में आने वाले प्रतीकों को चालिस 'आकृतिक प्ररूपों' के एक सेट में मानकीकृत किया तथा मैदानों के प्रकारों को पृथक दिखलाने के लिए, मुख्यत: प्राकृतिक वनस्पति पर आधारित, दस प्रतीक और सम्मिलित किये। अधिक असाधारण प्रतीकों में से कुछ को चित्र 28 में दिखलाया गया है। जो मानचित्र प्रतीकों के द्वारा भूमि की विशिष्ट नतोन्नति को दिखलाता हो उसके लिए राइज़ ने ट्रैकोग्राफ़ीय (trachographic) मानचित्र का नाम दिया है।[1]

इस विधि के लाभ तब शीघ्रता से समझ में आ जाते हैं जब छोटी मापनी के अर्ध-आरेखी मानचित्र बनाने हों, जैसे कि किसी अभियान को दिखलाने के लिए सैनिक मानचित्र, या कि शिक्षण के लिए, क्योंकि इनसे भूभाग का अच्छा व्यापक प्रभाव उत्पन्न होता है।[2] प्रेस्टन ई० जेम्स[3] जैसे कुछ अमरीकी प्रादेशिक भूगोलवेत्ताओं ने इस विधि का काफी प्रयोग किया है। मुख्य कठिनाई इन प्रतीकों को स्थित करने में होती है क्योंकि ये ब्लॉक आरेखों की भाँति होते हैं और इस कारण से तिर्यक देखने के लिए बने होते हैं और मानचित्र को ऊर्ध्वाधर देखा जाता है। इन प्रतीकों को निस्सन्देह फीके स्तर-रंजन पर अध्यारोपित किया जा सकता है, अथवा कुछ स्थानीय ऊँचाइयाँ सम्मिलित की जा सकती हैं।

---

1. E. Raisz, *Principles of Cartography*, पृ० 88-9 (न्यू यार्क, 1962)।
2. दृष्यभूमि मानचित्रों को व्यापक अर्थों में लेते हुए, उनका एक उपयोगी सारांश A. G. Isachenko ने 'Landscape Mapping (its Significance, its Present State and its Tasks)', *Soviet Geography : Review and Translation*, अंक II, सं० 2, पृ० 34-37 (न्यू यार्क, 1961)।
3. P. E. James, *Latin America* (न्यू यार्क, 1942); और *A Geography of Man* (बोस्टन, 1949)। विशेषकर बाद वाली पुस्तक में कुछ असाधारण मानचित्रों को देखिये : पश्चिमी सहारा (पृ० 41), तारिम बेसिन (पृ० 52), दक्षिणी अफ्रीका (पृ० 56), भारत (पृ० 102), कैलीफ़ोर्निया (पृ० 124), ग्रीस (पृ० 133), इटली (पृ० 148), और पूर्वी उत्तर अमेरिका (पृ० 235)। अन्य बहुत आकर्षक उदाहरण E. O. Teale तथा E. Harvey के 'A Physiographical Map of Tanganyka Territory', *Geographical Review*, अंक 31, पृ० 655 (न्यू यार्क, 1941) लेखों में मिलता है ; और H. de Terra, 'Component Geographic Factors of the Natural Regions of Burma', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 34, पृ० 71 (लंकास्टर, पे०, 1944)।



चित्र 28—भू-आकृति-चिह्न, E. Raisz, *General Cartography*, पृ० 151-3 (न्यू यार्क, 1938) पर आधारित।

राइज़ (Raisz) ने ऐसे मानचित्रों को 'भूदृश्य' मानचित्र का नाम देने का सुझाव दिया है जिनमें कृष्य भूमि, वन, घास के मैदान आदि के लिए भूरे, हरे तथा पीले आदि रंगों के ऊपर स्थलरूपों को दर्शाने वाले काले प्रतीकों को अध्यारोपित किया जाय। जैसा कि उन्होंने निम्न संदर्भित लेख में कहा है (1953, पृ० 501) : अब समय आ गया है कि मध्यम तथा छोटी मापनी के मानचित्रों में शुष्कतम मरुस्थलों पर रूढ़िगत भ्रामक हरा स्तर-रंजन करना छोड़ दिया जाय। समुद्र से ऊँचाई की तुलना में वनस्पति तथा कृषि कहीं अधिक महत्वपूर्ण हैं और यदि हम अपने प्रतीकवाद में प्राकृतिक रंगाई का अनुसरण करें तो हम भूदृष्य मानचित्र या हवाई युग के मानचित्र पर पहुँचते हैं।" इन मानचित्रों पर प्रस्तुत करने के लिए आवश्यक जानकारी हमें यथा संभव बड़ी मापनी के मानचित्र, क्षेत्रीय-अध्ययन, तथा आकाशी-फ़ोटो से मिलती है।[1]

1. E. Raisz, 'The Use of Air Photos for Landform Maps', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 41, पृ० 324-30 (लंकास्टर, पे०, 1951); तथा 'Direct Use of Oblique Air Photographs for Small-scale Maps', *Surveying and Mapping*, अंक 13, पृ० 496-501 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1953); और 'Landform, Landscape, Land-use and Land-type Maps', *Surveying and Mapping*, अंक 6,

विविध प्रतीकों का उपयोग करते हुए किसी असाधारण भूभाग का बड़ी मापनी का भू-आकृति-मानचित्र बनाने में इस सिद्धान्त का रोचक प्रयोग होता है। किसी बड़ी मापनी के स्थलाकृतिक मानचित्र से समोच्च रेखा वाले आधार मानचित्र का अनुरेखण कीजिये। फिर भूवैज्ञानिक मानचित्रों से, और यदि उपलब्ध हों तो तिर्यक आकाशी फ़ोटो (Oblique air photographs) से, तथा क्षेत्रीय प्रेक्षण की सहायता से, समोच्च रेखाओं को स्थिति की मार्गदर्शक मानते हुए, चित्रात्मक प्रतीक खींचिये। राइज़ के चुने हुए चालिस प्रतीकों तक ही सीमित रहना आवश्यक नहीं है; विशेष स्थलरूपों के लिए विशेष प्रतीक बनाये जा सकते हैं। उदाहरण के लिए, यार्कशायर के वेस्ट राइडिंग में स्थित क्रेवेन (Craven) के भू-आकृति-मानचित्र में क्षत चिन्हों, महाखड्डों, शुष्क घाटियों, जलज गर्तिकाओं (pot-holes) तथा जल अपवाहिकाओं (water sinks) मोनैडनॉकों, क्लिन्ट-स्तर (Clint-pavement) के क्षेत्र, पीट-दलदल के क्षेत्र, पाट ग्रिट के कोर आदि को दर्शाना होगा। स्नोडोनिया (Snowdonia) के भू-आकृति-मानचित्र में बहुत अधिक प्रकार की असाधारण घटनाएँ (phenomena), हिमनदित (glaciated) घाटियाँ, निलंबी घाटियाँ (hanging valleys), हिमज गह्वर (Cwms), लिन (llyns), शैल सोपान (rock steps), उच्चभूमि झाबर (upland moors) तथा तीक्ष्ण कटक (Aretes) रहेंगे। यह आवश्यक नहीं है कि चुने हुए क्षेत्र को इस प्रकार देखा जाय कि उत्तर दिशा ऊपर की ओर हो; क्रेवेन के लिए यह अभिमुखता सचमुच सबसे अधिक सूचक होगी, किन्तु स्नोडोनिया के लिए अधिक उत्तम होगा कि दक्षिण-पश्चिम की ओर ग्लाइडर्स के पार स्नोडन की ही ओर देखा जाय। इस कार्य की प्रकृति तथा गुण बहुत कुछ दृष्यभूमि-चित्रण जैसे ही हैं और इसे क्षेत्र में ही करना अधिक अच्छा होगा।

ए० एच० राबिंसन तथा एन० जे० डब्ल्यू० थ्रोवर की विधि : सह-लेखकों ने भू-भाग दर्शाने की एक भू-आकृतिक विधि निकाली थी[1] जिसका 'यह उद्देश्य है कि जिन्हें पर्याप्त वैज्ञानिक प्रशिक्षण मिला है किन्तु कलात्मक नहीं, वे भी स्थलरूप के

पृ० 220-3 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1946)। ये मानचित्रों के इन चार संवर्गों की परिभाषा निम्न प्रकार से देते हैं : (i) **स्थलरूप** (*Landform*)—भू-आकृति चिह्नों से उच्चावचन को दिखलाने वाला मानचित्र ; (ii) **दृश्यभूमि** (*Landscape*)—वास्तविक रंगों में एक कलाकार का प्रदर्शन, यद्यपि आवश्यकतानुसार सामान्यीकृत हो, जैसे कि एक रंगीन आकाशी फ़ोटो, जिसमें प्रतीक तथा अक्षरलेखन सम्मिलित हो; (iii) **भूमि-उपयोग** (*Land-use*)—कृष्य (arable), गोचर (pasture), जंगल (woodland), निर्मित (built-up) और औद्योगिक क्षेत्रों, आदि के संवर्गों को दिखलाने वाला मानचित्र; (iv) **भूमि-प्रकार** (*Land-type*)—इन तीनों का एक संचय (Combination)।

1. A. H. Robinson तथा N. J. W. Thrower, 'A New Method of Terrain Representation', *Geographical Review*, अंक 47, पृ० 507-20 (न्यू यार्क, 1957)।

स्वीकार्य चित्रण कर सकें" (उ० ग्र०, पृ० 509)। इसमें यह कठिनाई है कि यदि स्थलरूप को संदर्श में चित्रित किया जाय तो ऊर्ध्वाधर विमा को क्षैतिज स्थान लेना पड़ता है और इस प्रकार से लक्षण के बहुत से भाग को मानचित्र में गलत स्थान पर बनाना पड़ता है। छोटी मापनी के मानचित्र पर किसी लक्षण का सही स्थान से कोई गंभीर विचलन नहीं होता; स्थलरूप के चित्रण की छवि यथार्थ तथा कलात्मक हो, यह पहिली माँग होती है। टँनेका किटिरो की आनत समोच्च रेखा संकल्पना इस विधि का आधार है (देखिये पृ० 80)। लेखकों ने वांछित क्षेत्र के समोच्च रेखा मानचित्र पर समान दूरी पर क्षैतिज रेखाएँ खींची, और फिर निम्नतम समोच्च रेखा तथा निम्नतम क्षैतिज रेखा के प्रतिच्छेदन को अगली समोच्च रेखा तथा अगली क्षैतिज रेखा के प्रतिच्छेदन से मिलाते हुए आनत समोच्च रेखाएँ बनायी हैं। यह वस्तुत: समोच्च रेखाओं का लंबकोणीयता के साथ परिक्षेपण करना है जिसमें अधिक ऊपर वाला तिर्यक दृष्टिकोण हो (projecting the contours orthogonally with a high upward oblique angle of view), जिससे कि 'मानचित्र की प्लॅनीमीटर माप (planimetry) को भंग किये बिना मानचित्र पर एक संदर्श-सम (perspective-like) परिच्छेदिका स्थापित की जा सकती है' (उ० ग्र०, पृ० 512)। आनत समोच्च रेखाओं का अनुरेखण, जिसमें जल-निकास के लक्षण सम्मिलित कर दिये गये हों, एक त्रिविमीय धरातल का आश्चर्यजनक प्रभाव उत्पन्न करता है। फिर यांत्रिक ढंग से बनी इन आनत समोच्च रेखाओं को एक आधार बना कर कोई मानचित्रकार इस प्रकार से बारीकीपूर्ण छायाकरण करके, कि उत्तर-पश्चिम में प्रकाश स्रोत होने का आभास मिलने लगे, अपने कलात्मक कौशल का प्रदर्शन कर सकता है और इस कार्य में वह आकाशी फ़ोटो तथा क्षेत्रीय टिप्पणों जैसी अतिरिक्त जानकारी का उपयोग करके बारीकियों को बढ़ा सकता है। अन्त में, जो भी नाम वांछित हों उन्हें लिखा जा सकता है तथा अन्तिम प्रारूप को स्याही से पूरा कर लेते हैं। विद्यार्थियों से यह संस्तुति है कि वे संदर्भित लेख में दिये गये स्पष्ट आरेखों को, जो कि इस कार्य की विभिन्न अवस्थाएँ प्रकट करते हैं, तथा तैयार मानचित्र को देखें तथा उन सरल ज्यामितीय सिद्धान्तों का अध्ययन करें जिन पर यह विधि आधारित है।

(ञ) स्थलरूप प्रकार या 'भू-भाग' प्रकार के मानचित्र

कई अमरीकी भूगोलवेत्ताओं ने वृहत तथा सामान्यीकृत स्थलरूप प्रकारों को दिखलाने की अनेक विधियों का उपयोग किया है।[1] ये विधियाँ ई० राइज़ के भू-आकृति-मानचित्रों से भिन्न हैं (यद्यपि वे कभी-कभी इस प्रकार के लिए सामान्य शब्द 'स्थलरूप' का उपयोग करते हैं), जिनका उद्देश्य 'प्रकारों' या संवर्गों का चित्रण करना नहीं

1. J. E. Dornbach, 'An Approach to the Design of Terrian Representation', *Surveying and Mapping*, अंक 16, पृ० 41-4 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1956) में एक सुविधापूर्ण संक्षिप्त सार मिलता है।

है। पूरे उत्तरी अमरीका पर अमरीकी भूगोलवेत्ताओं ने जो बहुत-सी पाठ्य पुस्तकें लिखी हैं उन्हें चित्रों द्वारा स्पष्ट करने में ऐसे उदाहरण सर्वप्रथम प्रस्तुत किये गये थे।[1]

जहाँ कहीं आर्थिक या पारिस्थितिक सर्वेक्षणों के लिए एक भौतिक पृष्ठभूमि की आवश्यकता थी, वहाँ प्रेस्टन ई० जेम्स[2] ने इस प्रकार के मानचित्र का विस्तृत उपयोग किया है। उन्होंने प्रत्येक महाद्वीप के धरातल को निम्नलिखित संवर्गों में विभाजित किया है :—

मैदान	पहाड़ी उच्चभूमि तथा पठार	निम्न पर्वत
उच्च पर्वत	हैमादा	अर्ग
पर्वत तथा बोल्सोन	अन्तरापर्वतीय बेसिन	हिमाच्छादित क्षेत्र

उन्होंने प्रत्येक संवर्ग के लिए एक प्रकार के विन्दुचित्रण या रेखा-छायाकरण का निश्चय किया और इस प्रकार से महाद्वीपों के स्पष्ट 'भू-भाग प्रकार' मानचित्रों की एक श्रेणी तैयार की है।

दृष्यभूमि अथवा भू-भाग प्रकारों के मानचित्र बनाने के अन्य कई तरीके निकाले गये हैं जो कि अनानुवंशिक वर्गीकरण पर आधारित हैं। वी० सी० फिन्च तथा जी० टी० ट्रिवार्था[3] ने, अपनी विख्यात पाठ्य-पुस्तक के प्रारम्भिक संस्करणों में मैदान, पठार, पहाड़ियों का क्षेत्र पर्वतों के चौहरे विभाजन के सरल आधार पर संसार की तथा महाद्वीपीय मापनी के मानचित्रों का उपयोग किया था। एक अन्य विख्यात टोली ने, जिसमें एच० एम०

---

1. केवल कुछ को उद्धृत करें तो : (i) J. W. Powell, *The Physiography of the United States*, पृ० 98-9 (न्यू यार्क, 1896); (ii) R. D. Salisbury, *Physiography*, पृ० 18 (शिकागो, 1907); (iii) Isaiah Bowman, *Forest Physiography*, प्लेट 4, (न्यू यार्क, 1911); (iv) N. M. Fenneman, 'Physiographic Divisions of the United States', *Annals of the Association of American Geographers*, अक 18, अन्तिम मुड़ा हुआ मानचित्र (लंकास्टर, पे०, 1928)। अब जैसा कि जी० एम० लेविस कहते हैं (देखिये अ० सं० 25), "भू-आकृति-प्रदेशों का सीमांकन अब संयुक्त राज्य में एक लोकप्रिय विषय नहीं रह गया है ···।"
2. P. E. James, *A Geography of Man* (बोस्टन, 1949)। संदर्भ मानचित्रों के पूरक पृ० 583-618 पर भी ध्यान दीजिये। P. E James ने एक पहिले कार्य, 'On the Treatment of Surface Features in Regional Studies', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 27, पृ० 213, (लंकास्टर, पे०, 1937) में केन्टुकी का एक धरातलीय विन्यास मानचित्र भी बनाया था, जिसमें चार संवर्गों में प्रभेद किया गया है : (i) समतल-शिखर वाले दोआब; (ii) शैल-मलवा (Colluvial) ढाल; (iii) अवशिष्ट (residual) ढाल; तथा (iv) जलोढ तली-स्थल।
3. V. C. Finch तथा G. T. Trewartha, *Elements of Geography* पृ० 257, 344, 355, 370 तथा प्लेट V (न्यू यार्क, 1949)।

केण्डाल, आर० एम० ग्लेन्डिनिंग तथा सी० एच० मैकफैडेन हैं, बहुत कुछ उसी आधार का उपयोग किया है।[1] ई० एच० हैमन्ड ने 1:560,000 की मापनी पर दक्षिणी कैलिफ़ोर्निया के एक भाग का भूआकृतिक अध्ययन किया है।[2] ई० एच० हैमन्ड ने संसार के तथा महाद्वीपीय मानचित्रों के लिए आवश्यक छोटी मापनियों पर विशेष ध्यान दिया है,[3] जिससे कि बिना किसी आनुवंशिक आशय के विन्यास का आनुभविक विश्लेषण संभव हो सके। एक निश्चित वस्तुनिष्ठता प्राप्त करने के लिए तथा तुलनाएँ संभव करने के लिए किसी हद तक मात्रात्मक परिभाषा एवं कुछ तर्कसंगत सन्निकटन आवश्यक थे, किन्तु इसे केवल सामान्य रूप में ही होना था जिसमें कि सांख्यकीय विश्लेषण जैसी विस्तृत क्रिया न हो क्योंकि उसके लिए वास्तव में एकरूप सामग्री उपलब्ध नही है। उत्तरी अमरीका के विषय में इन्होंने महाद्वीप को $7\frac{1}{2}$ मिनट के आयतों में विभाजित किया तथा तीन मुख्य प्रभेदी संवर्गों का उपयोग किया है : **स्थानीय उच्चावचन** अर्थात् ऊँचाई में अधिकतम अन्तर, **ढाल** (प्रतिशत में), तथा **परिच्छेदिका** (समतलप्राय भूमि का समानुपात) जिन्हें क्रमशः 5, 9 तथा 4 **उपवर्गों** में बाँटा है। इस वर्गीकरण पर आधारित संचय के फलस्वरूप निम्नलिखित आठ **समूह या भू-भाग प्रकार** बने हैं (उ० ग्र० 1954, पृष्ठ 36-7) : —

1. समतलप्राय मैदान
2. ऊर्मिल तथा विषम मैदान
3. दूर-दूर स्थित पहाड़ियों तथा पहाड़ों वाले मैदान
4. अंशतः विच्छेदित पठार
5. पहाड़ियाँ
6. निम्न पर्वत
7. उच्च पर्वत
8. हिमच्छद (Ice-Caps)

---

1. H. M. Kendall, R. M. Glendinning तथा C. H. Mac Fadden, *Introduction to Geography*, पृ० 182-6, प्लेट IV, (न्यू यार्क, 1951)।
2. E. H. Hammond, 'A Geomorphic Study of the Cape Region of Baja, California', *University of California Publications in Geography*, अंक 10, पृ० 50 (बर्कले, 1954)। 'भूआकृतिविज्ञान' तथा 'भू-आकृति' शब्दों का उपयोग अमरीका में भूतल के धरातलीय विन्यास या 'ठोस ज्यामिति' को बतलाने के लिए किया गया है, और इसमें उन आनुवंशिक (genetic) तत्वों को सम्मिलित नही किया गया है जो 'भूआकृतिविज्ञान' में अन्तर्निहित होते हैं। देखिये, J. E. Kesseli, 'Geomorphic Landscapes', *Yearbook of the Association of Pacific Coast Geographers*, अंक XII, पृ० 3-10 (Cheney, वाशि०, 1950)।
3. E. H. Hammond, 'Small-scale Continental Landform Maps', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 44, पृ० 33-42 (लंकास्टर, पे०, 1954)।

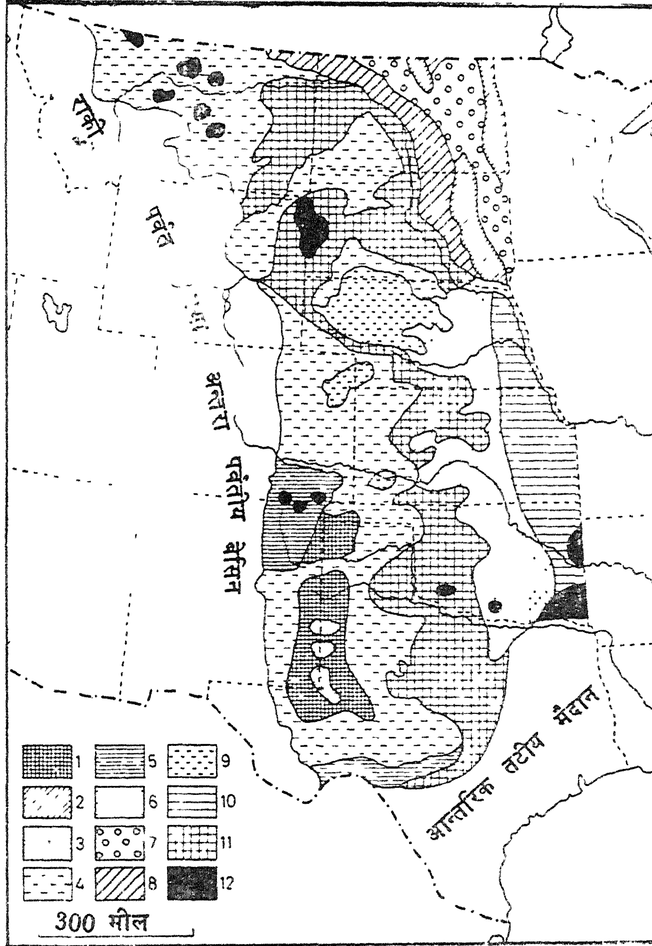
इनमें इन्होंने दो और सम्मिलित कर दिये : अनेक झीलों या दलदलों वाले मैदान और पठार, तथा 8,000 फुट से ऊँचे मैदान और पठार। सभी उपलब्ध प्रकाशित मानचित्रों का उपयोग करते हुए तथा अपने चुने हुए $7\frac{1}{2}$ मिनट के आयतों के लिए मात्रात्मक निश्चयों को करके, इन्होंने उत्तरी तथा दक्षिणी अमरीका में इन भू-भाग प्रकारों की सीमाएँ बनाई हैं (उ० ग्र० पृष्ठ 39, 41) तथा प्रभेदक छायाकरण भी किया है। आगे चल कर इन्होंने फिन्च तथा ट्रिवार्था के 1957 संस्करण में भू-भाग प्रकारों का पोस्तीन विश्व-मानचित्र भी प्रस्तुत किया है।[1]

एन० जे० डब्ल्यू० थ्रोवर[2] ने, 1960 में, साइप्रस द्वीप के एक स्थलरूप अध्ययन को रंगीन मानचित्रों की एक श्रेणी के रूप में प्रस्तुत किया है, जो ई० एच० हैमन्ड के द्वारा प्रयुक्त तरीकों पर आधारित है। इन्होंने 1:50,000 की मापनी पर G. S. G. S. मानचित्र श्रेणी का उपयोग करते हुए, द्वीप को 5 कि० मी० के वर्गों में विभाजित किया तथा निम्नलिखित का निर्माण किया है : (i) $1/12\frac{1}{2}$ से कम ढाल अर्थात् 'मन्द ढाल' वाली भूमि का प्रतिशत दर्शाने वाला मानचित्र (तीन कोटियाँ, 0—50 प्रतिशत, 50—90 प्रतिशत, 90—100 प्रतिशत); (ii) आपेक्षिक ऊँचाई अर्थात् प्रत्येक वर्ग में उच्चतम एवं न्यूनतम स्थानों की ऊँचाई का अन्तर दिखलाने वाला मानचित्र (तीन कोटियाँ, 0—100 फुट, 100 - 1,000 फुट, 1,000—4,000 फुट)। इन दो मानचित्रों पर के संवर्गों को संचय करके चार भू-भाग प्रकारों (पर्वत, पहाड़ियाँ, ऊर्मिल तथा विषम मैदान, और समतलप्राय मैदान) में प्रभेद किया गया तथा इन्हें अन्तिम मानचित्र पर दर्शाया गया है।

जी० एम० लेविस[3] ने राकी पर्वत के पूर्व में स्थित पश्चिम-मध्य संयुक्त राज्य को दर्शाने के लिए इस भू-भाग प्रकार मानचित्र का विकास किया है; इन्होंने इस प्रकार को **वर्ण-आकृतिक** (Choromorphographic) नाम दिया है, "… क्योंकि यह धरातलीय विन्यास (ग्रीक, morphe) के अनुसार स्थल (ग्रीक, khora) का सीमा निर्धारण तथा वर्गीकरण करता है" (उ० ग्र०, 1962, पृष्ठ 88)। इन्होंने 'भू-भाग मानचित्र' की अपेक्षा इस नाम को अच्छा समझा है क्योंकि भू-भाग मानचित्र में कभी-कभी 'ठोस ज्यामिति' के अतिरिक्त धरातलीय पदार्थ तथा वनस्पति को भी सम्मिलित कर दिया जाता है। इन्होंने यह देखा कि इस क्षेत्र के लिए उपलब्ध सूचना (data) अपनी बारीकी, गुण तथा मापनी में बहुत अधिक परिवर्ती

---

1. V. C. Finch, G. T. Trewartha, E. H. Hammond तथा A. H. Robinson, *Elements of Geography*, (न्यू यार्क, 1957)।
2. N. J. W. Thrower, 'Cyprus : A Landform Study', Map Supplement No. 1, *Annals of the Association of American Geographers*, अङ्क 50, (लारेन्स, कंसास, 1960)।
3. G. M. Lewis, 'Changing Emphases in the Description of the Natural Environment of the American Great Plains Area', *Transactions and Papers*, 1962 : *Institute of British Geographers*, सं० 30, पृ० 75-90 (लन्दन, 1962)।



चित्र 29—राकी पर्वत से पूर्व में पश्चिम-मध्य संयुक्त राज्य का वर्णआकृतिक (Choromorphographic) मानचित्र

G. M. Lewis, 'Changing Emphasis in the Description of the Natural Environment of the American Great Plains Area', *Transactions and Papers*, 1962 : *Institute of British Geographers*, संख्या 30, पृ० 82 (लन्दन, 1962) पर आधारित।

कुंजी में दी गयी संख्याएँ निम्न प्रकार हैं : (1) विस्तृत तथा समतल ऊँचे मैदान; (2) समतल घाटी-पृष्ठ (valley floor) के मैदान; (3) समतल बलुआ मैदान; (4) स्थूल (coarsely) विच्छेदित ऊँचे मैदान; (5) बारीकी तथा गहराई के साथ विच्छेदित ऊँचे मैदान; (6) बारीकी से विच्छेदित नीचे मैदान; (7) अनेक झीलों तथा दलदलों वाले ऊर्मिल मैदान; (8) अनेक झीलों तथा दलदलों वाली पहाड़ियाँ; (9) बालू की पहाड़ियाँ; (10) ऊर्मिल नीची पहाड़ियाँ; (11) ऊँची पहाड़ियाँ; पहाड़ियों तथा पर्वतों के अन्तरावेश (enclaves)।

थी, किन्तु कारकों के लगभग उसी समूहीकरण का उपयोग करके जो हैमन्ड ने किया था, इन्होंने बारह 'वर्ण आकृतिक प्रकारों' का मानचित्र तैयार किया है (चित्र 29)।

(ट) विन्यास मानचित्र

इस नाम का प्रयोग धरातलीय लक्षणों के एक सरल किन्तु परिशुद्ध रूपरेखीय मानचित्र के लिए किया जा सकता है, जैसा कि भौतिक या प्रादेशिक भूगोल की पाठ्य-पुस्तक को चित्रों के द्वारा स्पष्ट करने के काम में लाया जाता है। उपयुक्त मापनी के स्थलाकृतिक मानचित्र से चुनी हुई सूचनाओं का अनुरेखण किया जा सकता है और फिर उन बारीकियों को आवश्यकतानुसार रूढ़िगत तथा प्रतीकीकृत कर दिया जाता है।

चित्र 30 में एक सरल विन्यास मानचित्र दिखलाया गया है। इसकी आवश्यकता, बर्नीज़ ओवरलैण्ड में रोन नदी के दाहिने किनारे की एक शाखा, लोन्ज़ा नदी से अपवाहित एक घाटी, लोशेन्थल (Lotschenthal) के प्रादेशिक अध्ययन के लिए एक अवस्थितिक आधार के रूप में, एक रूपरेखीय उच्चावचन मानचित्र बनाने में पड़ी थी। हिम-क्षेत्रों (snowfields) तथा हिमनदों (glaciers) की रूपरेखा को उस क्षेत्र के 1 : 50,000 सीगफ्रिड (Siegfried) मानचित्र से निकाला गया तथा मुख्य शिखर रेखाओं को फिर भारी काली रेखाओं से स्पष्ट कर दिया गया था।

(ठ) आकृतिकीय मानचित्र

भूगोलवेत्ता को बहुत दिनों से यह आवश्यक प्रतीत हुआ है कि वह मानचित्र पर पृथ्वी के धरातलीय स्वरूपों (forms) को उससे भिन्न दर्शाये जैसा कि उसके उच्चावचन की मात्रात्मक अभिव्यक्ति को समोच्च रेखाओं के रूप में प्रस्तुत किया जाता है। ये सभी मापनियों पर हो सकते हैं। अत: डी० एल० लिन्टन ने आक्सफोर्ड ऐटलस के लिए विश्व के मानचित्र (1 : 480 लाख) तथा यूरोप के मानचित्र (1 : 160 लाख) का संग्रह किया था, जिनमें रंग अथवा छायाकरण के द्वारा संरचना के तत्वों को दिखलाया गया था जैसे कि 'समतल-तली वाले', 'हल्के वलित' तथा 'पूरी शक्ति से विक्षुब्ध' नवीन तलछटी शैलों, और पुरानी तलछटी शैलों के ऐसे ही संवर्ग, नये वलित पर्वतों के कायांतरित कटिबंध, अविक्षुब्ध टरशियरी ज्वालामुखी शैल, आदि को ज्वालामुखियों के प्रतीकों तथा कगार बनाने वाले भ्रंशों एवं स्वयं कगारों को विविध रेखाओं के द्वारा दिखलाया गया था। उसी ग्रंथ में उन्होंने ग्रेट ब्रिटेन का एक अधिक विस्तृत मानचित्र भी सम्मिलित किया था जिसमें अपनत आनमनों (flexures) के अक्षों, तथा भ्रंश-रेखाओं को जिनके साथ अवपात की दिशा भी दिखलायी गयी थी, तथा क्षेप-तलों के दृश्यांशों को भी दिखलाया गया था।

अधिकांश स्थलाकृतिक लेखों में ऐसे मानचित्र दिये जाते हैं जो विवेचना के अन्तर्गत चुने गये लक्षणों के वितरण, प्रतिरूप तथा परस्पर संबन्धों को दिखलाते हैं। उदाहरणार्थ, बी० डब्ल्यू० स्पार्क्स[1] ने साउथ डाउन्स का एक सामान्यीकृत मानचित्र तैयार किया जिसमें

1. B. W. Sparks, 'The Denudation Chronology of the Dip-slope of the South Downs', *'Proceedings of the Geologists' Association*, अंक 60, पृ० 166 के सम्मुख (कॉलचेस्टर, 1949)।

मुख्य तथा गौण कगारों, अपनत तथा अभिनत अक्षों, मध्य-टरशियरी समप्राय भूमि, प्रारंभिक प्लायोसीन समुद्री वेदिका तथा गुडवर्थ उत्थित पुलिन, को विविध प्रतीकों से दर्शाया गया था। एम० एम० स्वीटिंग[1] ने उत्तर-पश्चिमी काउन्टी क्लेयर का एक अत्यन्त सूचनापूर्ण

चित्र 30 – एक विन्यास मानचित्र

Topographischer Atlas der Schweiz (Atlas Siegfried) पर आधारित। लोन्ज़ा नदी, बर्नीज़ओबरलैण्ड के हिम-क्षेत्रों से निकल कर, लोशेन्थल में से बहती है, और फिर ब्रिग के पास रोन में मिलती है। यह मानचित्र घाटी के मुख्य लक्षणों को बल देने के लिए बनाया गया था।

1. M. M. Sweeting, 'The Landforms of Northwest County Clare, Ireland', *Transactions and Papers*, 1955 : *Institute of British Geographers*, सं० 21, पृ० 37 के सम्मुख (लन्दन, 1955)।

मानचित्र प्रकाशित किया था, जिस पर धरातलों तथा समस्थलों, के आठ भिन्नता से छायाकृत संवर्गों, ढालों के महत्वपूर्ण भंगों, और विविध लक्षणों (गुफ़ाओं, विलय रंध्रों, स्रोतों आदि) को विशिष्ट विन्दु-प्रतीकों से दिखलाया है। कनाडा के एक भाग के एक प्रतीकों वाले विस्तृत भूआकृतिक मानचित्र का विशेष उल्लेख किया जा सकता है, जिसे बी० राबिटेल[1] ने आकाशी फ़ोटो की सावधानीपूर्ण व्याख्या से सूचना प्राप्त कर 1 : 72,000 की मापनी पर बनाया था। स्थलरूप की बारीकियों को 35 अवस्थापित प्रतीकों से तथा पृष्ठीय निक्षेपों को छायाकरण तथा विन्दु-चित्रण के प्रतिरूपों से दिखलाया गया था।

स्थल के धरातल के पृथक फलकों के क्षेत्र में विशुद्ध आनुभविक (अर्थात् अव्याख्यात्मक) सर्वेक्षण के रूप में बड़ी मापनी के मानचित्रण पर ध्यान बढ़ता गया है।[2] ऐसे मानचित्र पर आकृतिक इकाइयों की सीमाएँ विभिन्न प्रकार की ठोस तथा टूटी हुई रेखाओं से दिखलायी जाती हैं, तथा ढाल की मात्रा को अंशांकित विन्दु चित्रणों से दर्शाते हैं और यदि वांछित हो तो पृथक पहिचान के योग्य तथा आलेख्य लक्षणों को दिखलाने के लिए प्रतीकों एवं अक्षरों के एक परिसर को सम्मिलित किया जा सकता है। संदर्भित लेख में इन लक्षणों के एक प्रस्तावित वर्गीकरण को तथा प्रयुक्त 6 इंच वाले आर्डनेन्स सर्वे मानचित्र के उपयुक्त भाग को और तैयार किये गये आकृतिक मानचित्र को चित्र के द्वारा स्पष्ट किया गया है। इसके लिए जिस उपस्कर का उपयोग किया गया वह साधारण है: मानचित्रण फलक पर लगा हुआ 6-इंच वाला आधार मानचित्र, कोण मापन के लिए एक क्लाइनोमीटर, रूल तथा एक क्षेत्र पुस्तिका। इस विधि में यह आवश्यक है कि सावधानीपूर्ण प्रेक्षण तथा परिशुद्ध आलेखन के प्रति रुचि हो। आर० एस० वाटर्स के शब्दों में (उ० ग्र०, पृष्ठ 12), "स्थलीय अध्ययन के प्रशिक्षण के तरीके में इसकी उपयोगिता शीघ्र ही समझ में आने लगी क्योंकि इसमें विद्यार्थी के लिए यह बहुत आवश्यक है कि वह स्थल के धरातल की अविभाज्य आकृतिकीय इकाइयों (morphologically indivisible units) का सावधानीपूर्ण तथा सोद्देश्य प्रेक्षण तथा आधार मानचित्र पर स्पष्ट एवं परिशुद्ध चित्रण करने में रुचि रखता हो..।" पुलिनों में इनके प्रयोग का एक उदाहरण चित्र 33 में प्रस्तुत है।

अभी तक इस प्रकार का सबसे क्रमबद्ध सर्वेक्षण ब्रिटेन में (डी० एल० लिन्टन के मार्ग दर्शन में) किया गया है जिसका उद्देश्य इन्टरनेशनल ज्याग्रैफ़िकल यूनियन की लन्दन में हुई 1964 की सभा के अवसर पर ब्रिटेन के पूर्ण आकृतिक मानचित्र को तैयार करना था। मोटा सिद्धान्त यह है कि कुछ आकृतिक विशेषताओं वाले क्षेत्रों को रङ्ग के द्वारा

---

1. B. Robitaille, 'Presentation d' une Carte Géomorphologique de la Région de Mould Bay, île du Prince-Patrick Territories du Nord-Ouest', *Canadian Geographer*, अंक 4, सं० 15, पृ० 39-43, (टोरन्टो, 1960)।
2. R. S. Waters, 'Morphological Mapping', *Geography*, अंक 43, पृ० 10-17, (शेफ़ील्ड, 1958)।

दिखलाया जाय तथा विशिष्ट आकृतिक लक्षणों को प्रतीकों के द्वारा। बड़े लक्षण परिशुद्धता से स्थित किये हुए पृथक दिखलाई देंगे; छोटे लक्षणों के समूहों को रूढ़िगत तरीके से दर्शाया जायेगा। लेखकों की एक टोली ने अपने-अपने आबंटनों को चौथाई इंच वाले स्थलाकृतिक आधार पर संग्रह किया, जिससे कि उन्हें 1 : 625,000 की मापनी पर लघुकृत करके अन्तिम मानचित्र तैयार हो सके। जिन क्षेत्रों तथा लक्षणों को दर्शाना था उन्हें मोटे तौर से आनुवंशिक आधार पर छः समूहों में वर्गीकृत किया गया था, तथा प्रत्येक का एक विशिष्ट रङ्ग से प्रभेद किया गया था, और आवश्यकतानुसार प्रत्येक को उपविभाजित किया था; इस प्रकार सावधानी से परिभाषित कुल 55 पृथक रङ्गों तथा प्रतीकों का उपयोग किया गया है।

यहाँ पर यह जानना रुचिकर होगा कि रायल डच-शेल समूह ने, कई वर्षों के अनुभव तथा परीक्षण के बाद, प्रतीकों की एक श्रेणी का विकास किया है जिसे आकृति तथा भू-विज्ञान दोनों बतलाने के लिए फ़ोटो-भूवैज्ञानिक कार्यों में प्रयोग करते हैं।[1] ये प्रतीक पाँच रंगों में छपे हैं और 'निश्चित' तथा 'अनिश्चित' लक्षणों के लिए भिन्न-भिन्न हैं।

पोलैण्ड में देश के विभिन्न प्रदेशों के आर्थिक विकास के लिए योजनाएँ बनाने के सम्बन्ध में राष्ट्रीय स्तर पर भूआकृतिक मानचित्रण का एक महत्वपूर्ण उदाहरण प्रस्तुत हो रहा है। अपर साइलेशियन इन्डस्ट्रियल डिस्ट्रिक्ट एक ऐसा क्षेत्र है जिस पर विशेष ध्यान दिया गया है।[2] यह मानचित्र एक विस्तृत आनुवंशिक तथा कालानुक्रमिक (genetic and chronological) सम्मिलित वर्गीकरण पर आधारित है, और इसमें मार्फोमितीय (morphometric) सूचना, जैसे कि ढाल की कोटियों को रंगीन छायाकरण के द्वारा, बारीकीपूर्ण समोच्च रेखाएँ तथा स्थानीय-ऊँचाइयाँ, और सूक्ष्म स्वरूपों की ऊँचाई तथा गहराई को विभिन्न मोटाई की रेखाओं के द्वारा दिखलाकर सम्मिलित किया गया है। जैसा कि क्लिमाज़ेस्की कहते हैं, "...यह मानचित्र स्थलरूपों का रूप (**आकृतिक-वर्णना**) (morphography), विमाएँ (dimensions), **मार्फोमिती** (morphometry), उत्पत्ति (**संरचना-विकास**) (morphogenesis) तथा आयु (**मारफोक्रोनोलोजी** morphochronology) दर्शाता है...।" उल्लिखित पुस्तक में (केवल काले एवं सफ़ेद रंगों में) तैयार मानचित्र के एक भाग को 6·1

1. शेल पेट्रोलियम कं० लि०, सें० हेलेन'स् कोर्ट, ग्रेट सें० हेलेन'स्, लन्दन, ई० सी० 1, ने एक अत्याकर्षक पुस्तिका (तिथि रहित) प्रकाशित की है जिसमें रंगीन प्रतीकों की सूची के साथ दो आकाशी फ़ोटो तथा प्रतीकों को आलेखित रूप में दिखलाने वाले मानचित्र दिये गये हैं।

2. M. Klimaszewski, 'The Problems of the Geomorphological and Hydrographic Map on the Example of the Upper Silesian Industrial District', *Problems of Applied Geography*, पृ० 73-81, पोलिश अकेडमी ऑफ़ साइन्सेज़, इन्स्टीट्यूट ऑफ़ ज्याग्रफ़ी, ज्याग्रैफ़िकल स्टडीज सं० 25 (वॉरसा, 1961)।

भिन्न प्रतीकों के विस्तृत निर्देश (legend) के साथ पुनरुत्पादित किया गया है। इस मानचित्र का उद्देश्य इसे आर्थिक कार्यों के लिए व्यवहार में लाना रहा है और वास्तव में कमेटी फ़ार अफ़ेयर्स ऑफ़ दि अपर साइलेशियन डिस्ट्रिक्ट ने इसे प्रायोजित किया था। इस मानचित्र की सहायता से अन्य मानचित्र बनाये गये हैं जो विशिष्ट प्रकार के आर्थिक विकास के लिए उपयुक्त एवं अनुपयुक्त भूमि को विशेषकर सुधार की संभावना वाले क्षेत्रों के मानचित्र (**'बानिटेटिव मानचित्र'**) ('bonitative maps') को दर्शाते हैं।

पौलैण्ड के जलसर्वेक्षण (hydrography) को दिखलाने के लिए उसी 1 : 25,000 मापनी पर एक मानचित्र बनाया जा रहा है। एक स्थलाकृतिक आधार-मानचित्र पर वह सब सम्भव सूचना आलेखित कर दी जाती है जो जल तथा उसके परिसंचरण, भूमिगत प्रदाय, जल विभाजकों, स्रोतों, अशुद्धता की मात्रा, बाढ़ के क्षेत्र, कच्छ तथा दलदल, अपवाह के कार्य आदि दिखलाती है; संदर्भित कार्य में मानचित्र-अंश पर लगभग 80 प्रतीक प्रयुक्त हुए हैं। जिस क्षेत्र के लिए मानचित्रण पूरा हो गया वह लगभग अपर साइलेशियन इन्डस्ट्रियल डिस्ट्रिक्ट है, जहाँ जलसर्वेक्षण की समस्याएँ अत्यन्त जटिल हैं।

मार्फ़ोमितीय (Morphometric) विश्लेषण

पिछले कुछ वर्षों से भूआकृतिविज्ञानियों ने मार्फ़ोमितीय प्रविधियों की ओर, अर्थात् प्रकाशित हुए स्थलाकृतिक मानचित्रों पर उपलब्ध अथवा स्थल पर वास्तव में मापी गयी सांख्यकीय सूचना को विभिन्न मानचित्रात्मक तथा आरेखात्मक तरीकों से उपयोग में लाने की ओर ध्यान दिया है। ए० ए० मिलर[1] के शब्दों में, "मानचित्र के अवलोकन से बहुत कुछ सीखा जा सकता है, किन्तु इस विधि से जो कुछ सम्भव है जब वह सब कर चुकें तब भी इतना ज्ञान शेष रह जाता है जो मात्रात्मक विश्लेषण तथा आँकड़ों की पुनर्व्यवस्था से प्राप्त किया जा सकता है।" इनमें से अधिकांश मार्फ़ोमितीय प्रविधियों का सम्बन्ध ढाल तथा ऊँचाई से होता है; लम्बाई एवं चौड़ाई की विमाओं से जो वितरण का प्रतिरूप ज्ञात होता है उसके अतिरिक्त समोच्च रेखाओं तथा स्थानीय ऊँचाइयों के द्वारा यह मानचित्र सही जानकारी भी देता है (देखिये पृ० 74-77)। इस सूचना का वर्गीकरण, व्याख्या तथा प्रदर्शन अनेक विधियों से हो सकता है, जैसा कि अ० सं० 26 में बतलाया गया है।

तथापि, जहाँ हम यह मान सकते हैं कि "भूआकृतिक विज्ञान अपने वर्तमान विकास की दशा में प्राय: मात्रात्मक परिशुद्धता की कमी का शिकार होता है"[2] वहीं पर यह समझ लेना महत्वपूर्ण होगा कि केवल मार्फ़ोमितीय विधियाँ अपने में अपर्याप्त हैं। जी०

---

1. A. A. Miller, *The Skin of the Earth*, पृ० 43 (लन्दन, 1953)।
2. J. P. Bakker तथा A. N. Strahler, 'Report on Quantitative Treatment of Slope Recession Problems', *Premier Rapport de la Commission pour l' Etude de Versants* (*Union Geographique Internationale*, पृ० 30 (ऐम्सटर्डम, 1956)।

एच० ड्यूरी,[1] जो इनके एक प्रमुख तथा सबसे कुशल प्रतिपादक हैं, वे भी बिल्कुल साफ़ कहते हैं कि "भूआकृतिवैज्ञानिक अनुसंधान में लम्बे तथा कष्टपूर्ण स्थलीय अध्ययन का कोई प्रतिस्थापी (substitute) नहीं हो सकता। बहुत से अत्यन्त अर्थपूर्ण लक्षण केवल उन्हीं मानचित्रों में मिलेंगे जिन्हें स्थलीय भूआकृतिकविज्ञानी ने बनाया हो।" इसके अतिरिक्त, जे० पी० बेकर तथा ए० एन० स्ट्रैलर कहते हैं,[2] कि "···आधुनिक मार्फ़ोमितीय सांख्यकीय विधि का ढाल के विकास में पूरा उपयोग तभी हो सकता है जब वह स्थलीय अध्ययन पर आधारित हो···।" फिर जैसा कि एच० बालिग ने लिखा था,[3] "यह सिद्ध करना शेष है कि गणित ने भूआकृति विज्ञान में किसी ऐसे वास्तविक सम्बन्ध को कभी प्रकट किया है जिसका पता उसकी सहायता के बिना नहीं चला है।" एस० डब्ल्यू० वूलरिज,[4] चित्र द्वारा समझाने में मार्फ़ोमितीय कार्य के महत्व को मानते हुए, प्रारम्भिक गणित में ऊपरी तौर से रुचि लेने की प्रवृत्ति या इसको "दम्भ-भरे (snobbish) कारणों से—अर्थात् चूँकि यह प्रभावशील लगती है तथा अपने विचारों को गणित की शब्दावली (jargon) से सुसज्जित करने का फैशन हो गया है इसलिये", अपनाने के विरुद्ध बारंबार चेतावनी देते हैं।

एक अन्य दावा जो कभी-कभी किया जाता है वह यह है कि मार्फ़ोमितीय विधियों से परिशुद्ध, यथार्थ तथा वस्तुनिष्ठ परिणाम मिल सकते हैं, जो कि स्थल में प्रयोग होने वाले सामान्य वर्णनात्मक तथा निगमनात्मक (deductive) विधियों से उत्पन्न होते हैं। जे०

---

1. G. H. Dury, 'Methods of Cartographical Analysis in Geomorphological Research', *Indian Geographical Society: Silver Jubilee Souvenir Volume*, पृ० 136 (मद्रास, 1952)। ड्यूरी ने अपने *Map Interpretation*, अध्याय XV, पृ० 167-79 (लन्दन, 1952) में मार्फ़ोमितीय विश्लेषण के मुख्य तरीकों का सारांश दिया है, और इसमें एक संदर्भ-ग्रन्थ सूची (bibliography) सम्मिलित है; इन्होंने प्रविधियों के मुख्य समूहों का वर्गीकरण इस प्रकार किया है : (i) ज्यामितीय विश्लेषण; (ii) अंकगणितीय विश्लेषण; (iii) आयतनी (volumetric) विश्लेषण; और (iv) प्रवणता (cliometric) विश्लेषण।

2. *Premier Rapport de la Commission pour l' Etude des Versants*, पृ० 32, (ऐम्सटर्डम, 1956)।

3. H. Baulig, 'William Morris Davis : Master of Method', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 40, पृ० 195 (लंकास्टर, पे०, 1950) (डब्ल्यू० एम० डेविस सेन्टेनरी सिम्पोज़ियम के लिए योगदान।

4. S. W. Wooldridge, 'The Trend of Geomorphology', *Transactions and Papers*, 1958, *Institute of British Geographers*, सं० 25, पृ० 32-3 (लन्दन, 1958)।

आई० क्लार्क तथा के० आरेल[1] के द्वारा किया हुआ एक सर्वेक्षण अनेक मार्फ़ोमितीय विधियों की विश्वसनीयता का मूल्यांकन करता है और उनके जन्मजात सीमाबंधनों को प्रतिबल देता है। एक ओर तो वे इस बात पर बल देते हैं कि मानचित्र स्वयं में "व्यक्तिनिष्ठ (subjective), वरणात्मक (selective) तथा रुढ़िगत होता है; और विद्यार्थियों को, जो कि वितरण संबन्धी मानचित्रण तथा मानचित्र की व्याख्या की अपूर्णता से असंतुष्ट हों, मार्फ़ोमितीय विश्लेषण से कोई मानसिक शान्ति नहीं मिलेगी"। दूसरी ओर, उनका दावा है कि जिस वस्तुनिष्ठता का कभी-कभी दावा किया जाता है वह भ्रामक है; कि चाहे इसके प्रवर्तक अनुभवी हों या न हों, इस कार्य में व्यक्तिनिष्ठता के तत्व सम्मिलित हो ही जाते हैं; और जैसा कि उनके प्रयोगों से स्पष्ट हो गया है, एक ही अभ्यास अनेक कर्त्ताओं के द्वारा ईमानदारी से करने पर जो भी परिणाम आते हैं वे बारीकियों में बड़े भिन्न अर्थों वाले हो सकते हैं। इसके अतिरिक्त वे इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं कि यद्यपि विविध प्रविधियाँ और तरीके उपयोगी पूरक प्रमाण होते हैं, किन्तु इनमें जो बहुत-सा श्रम और थकानपूर्ण समय लगता है वह सदैव न्यायोचित नहीं हो सकता। एल० ओ० क्वाम[2] ने यही सावधानी बतलायी थी : "स्थलरूपों के और अधिक मात्रात्मक विश्लेषण का प्रयास बहुत सराहनीय है, और यह आशा की जाती है कि इस प्रकार के अन्वेषण के द्वारा हमारा विज्ञान अधिक वस्तुनिष्ठ हो सकता है। तथापि क्या यह ख़तरा नहीं है कि गणित के सूत्रों तथा सांख्यकीय विश्लेषण के उपयोग से प्रतिदर्श मापों को वस्तुनिष्ठता का एक झूठा प्रभाव मिलता है।··· क्या हमें यह खतरा नहीं है कि हम परिशुद्धता का ऐसा प्रभाव उत्पन्न करते हैं जो उचित सिद्ध (warranted) नहीं है ?"

तथापि, इन सीमाबन्धनों, शर्तों तथा प्रतिबन्धों के होते हुए भी जो शेष रहता है वह बहुत कुछ उपयोगी है; सबसे अधिक उपयोगी विधियों की बारी-बारी से समीक्षा की जायेगी।[3]

परिच्छेदिकाएँ

उच्चावचन को मन में स्पष्ट देखने में तथा स्थलरूपों के वर्णन एवं व्याख्या में

---

1. J. I. Clarke तथा K. Orrell, 'An Assessment of some Morphometric Methods', *Department of Geography, Durham Colleges in the University of Durham, Occasional Papers Series*, सं० 2, (डरहम, 1958); यह एक अत्यन्त मूल्यवान लेख है जो बहुत थकानपूर्ण प्रयोग का परिणाम है।
2. A. N. Strahler के लेख, 'Davis's Concepts of slope Development viewed in the Light of Recent Quantitative Investigations' के पश्चात हुए विचार-विमर्श में योगदान, *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 40, पृ० 213, (लंकास्टर, पे०, 1950)।
3. J. I. Clarke, 'Morphometry from Maps', in *Essays in Geomorphology*, (सम्पादक : जी० एच० ड्यूरी) (प्रकाशनाधीन) कुछ मार्फ़ोमितीय प्रविधियों का एक उपयोगी आलोचनात्मक विश्लेषण है।

समोच्च रेखा मानचित्र से परिच्छेदिका बनाना बहुत उपयोगी हो सकता है। एक भूआकृतिविज्ञानी, जो उच्चावचन की प्रकृति का विश्लेषण करना चाहता है, समप्रायभूमिकरण तथा अधिवृद्धि की अवधियों से संगत विभिन्न ढालों वाले धरातलों में विशेष रुचि रखता है, किन्तु इन अर्थपूर्ण धरातलों को प्रगट करने में समोच्च रेखा-मानचित्र प्रायः सफल नहीं होते। "समोच्च रेखा मानचित्र यद्यपि भूआकृतिविज्ञानी के लिए अपरिहार्य है, किन्तु वह चूँकि अपने संकेतों में अपर्याप्त है, अतः हम कुछ ऐसे तरीकों पर विचार कर सकते हैं जिनसे इसका प्रमाण पूरित हो सके, और स्पष्ट हो जाय या अन्य किसी रूप में बदल जाय। किन्तु ऐसे तरीके, वास्तव में स्थलीय अध्ययन के प्रतिस्थापी नहीं हैं। तथापि, वे ऐसे कार्य से पहिले उपयोगी होंगे और इसके परिणाम को चित्रित करने में सहायक भी हो सकते हैं।" अतः ऐसे विविध तरीकों को अपनाया जा सकता है, जिनमें प्रायः किसी न किसी प्रकार की परिच्छेदिका बनानी होती है।[1]

'परिच्छेद' तथा 'परिच्छेदिका' (Profile) शब्दों का उपयोग बिना परिशुद्धता के तथा अस्पष्टता के साथ हो रहा है। परिच्छेद का शाब्दिक अर्थ कटाव होता है, अथवा एक ऐसा धरातल जो ऐसे कटाव से प्रकट होता है, और इस शब्द का सही उपयोग तभी होता है जब भूवैज्ञानिक संरचना दिखलायी जाय। इसके विपरीत, परिच्छेदिका वह रूपरेखा है जो पृथ्वी के धरातल पर परिच्छेद के तल के द्वारा काटने पर बनती है। उदाहरण के लिये किसी नदी घाटी की परिच्छेदिका अनुदैर्घ्य या अनुप्रस्थ हो सकती है; पहिली दशा में यह धरातल पर घाटी की, स्रोत से मुहाने तक की, रूपरेखा होती है, तथा दूसरी दशा में यह घाटी के आर-पार उसकी सामान्य दिशा से समकोण पर बनायी जाती है।

मृदा-परिच्छेदिका वास्तव में परिच्छेद है, क्योंकि यह धरातल से नीचे की ओर उत्तरोत्तरीय परतों या कटिबन्धों को दिखलाती है। मृदावैज्ञानिक अध्ययनों में मृदा-परिच्छेदिका बहुत अधिक महत्वपूर्ण होती है। ऊर्ध्वाधर मापनी पर एक स्तंभ बनाते हैं तथा विभिन्न परतों को छाया तथा नामों के द्वारा स्पष्ट करते हैं। परिच्छेदिकाओं को आड़े काटने की रेखाओं के सहारे स्थित किया जा सकता है।[2]

---

1. S. W. Wooldridge तथा R, S. Morgan, *The Physical Basis of Geography*, पृ० 259 (लन्दन, नवीन संस्करण 1946) के जिस महत्वपूर्ण अध्याय में यह उद्धरण मिलता है वह *An Outline of Geomorphology* (लन्दन, 1959 के संस्करण) में नहीं सम्मिलित हुआ है।

2. Joy Tivy ने 'An Investigation of Certain Slope Deposits in the Lowther Hills, Southern Uplands of Scotland', *Transactions and Papers*, 1962, *Institute of British Geographers*, सं० 30, पृ० 59-73, (लन्दन, 1962) में इसे बहुत सफलतापूर्वक किया है। इन्होंने चुने हुए स्कन्धों पर आड़े काट (transect) की रेखाएँ चुनी और बहुसंख्यक गड्ढे खोदे। स्कन्धों का तल-मापन किया गया, गड्ढों के स्थलों को आलेखित किया गया और ढाल आरेखों पर परिच्छेदिकाओं को श्रेणी में अवस्थित किया गया।

किसी नदी की अनुदैर्ध्य परिच्छेदिका उसके भूआकृतिवैज्ञानिक इतिहास की बहुमूल्य साक्ष्य प्रस्तुत करती है, विशेषकर बहुचक्रीय अपवाह बेसिन में जहाँ पृथक क्रमिक विस्तारों में ढाल स्पष्ट रूप से भंग (Breaks of slope) हों। आर० जे० चारले[1] ने डेवनशायर में हेडन नदी की एक अनुदैर्ध्य परिच्छेदिका बनायी थी जिसमें 520 फ़ुट पर एक स्पष्ट ढाल-भंग प्रगट होता है। यदि ऊपरी विस्तार के वक्र को बढ़ाया जाय तो वह वर्तमान ओ० डी० से 460 फ़ुट ऊपर शून्य ढाल को प्राप्त होगा।

परिच्छेदिकाओं का चित्रण

एक परिशुद्ध परिच्छेदिका के चित्रण में पहिला काम मानचित्र पर चुनी हुई रेखा के सहारे कागज़ की एक सीधी कोर को रख कर, फिर सभी समोच्च रेखा प्रतिच्छेदनों, स्थानीय-ऊँचाइयों, नदियों, शिखरों तथा अन्य निश्चित विन्दुओं को स्पष्ट चिह्नों से परिशुद्धता के साथ अंकित करना है। परिच्छेदिका की आधार रेखा को किसी ग्राफ़-कागज़ पर बनाइये तथा इस पर चिह्नों को सावधानी पूर्वक स्थानान्तरित कर दीजिये। आधार रेखा के दोनों सिरों पर खड़ी रेखाएँ खींचिये तथा ऊर्ध्वाधर मापनी अंकित कीजिये, जिसे विषयान्तर्गत ऊँचाई की परास तथा भू-भाग की बनावट को ध्यान में रख कर सावधानी से चुनना चाहिये। आलेखन की सुविधा के लिए, ग्राफ़ कागज़ पर प्रत्येक क्षैतिज रेखा को 100 फ़ुट या ऐसी ही किसी निश्चित माप के अन्तराल पर मानिये। ऊर्ध्वाधर मापनी पर उपयुक्त अन्तरालों पर संख्याएँ अंकित कीजिये किन्तु इनमें शून्यों के स्तम्भ न बनें तो अच्छा होगा। जब तक कि क्षैतिज मापनी बड़ी नहीं है तथा ऊँचाइयों की परास अधिक नहीं है तब तक ऊर्ध्वाधर मापनी को क्षैतिज मापनी से बहुत बड़ा होना चाहिये नहीं तो परिच्छेदिका पर की तरंगणें कदाचित ही दिखलाई पड़ेंगी। इसके विपरीत, अत्यन्त बड़ी ऊर्ध्वाधर मापनी से धरातल का उपहासपूर्ण विकृत प्रभाव उत्पन्न होगा। क्षैतिज तथा उर्ध्वाधर मापनियों के इस संबन्ध को ऊर्ध्वाधर अतिशयोक्ति कहते हैं। अतः, यदि क्षैतिज मापनी 1 इंच प्रति मील (अर्थात् 1 : 63,300) तथा ऊर्ध्वाधर मापनी 1 इंच प्रति 1,000 फ़ुट (अर्थात् 1: 12,000) है तो अतिशयोक्ति 5·28 गुनी होगी। अतिशयोक्ति को सदैव परिच्छेदिका के नीचे लिखिये। परिशुद्ध भूवैज्ञानिक परिच्छेदों के लिए किसी भी अतिशयोक्ति का उपयोग नहीं करना चाहिये (देखिये अ० सं० 27), अन्यथा वह स्तरों में एक अपरिशुद्ध नमन उत्पन्न कर देगी। चाहे खड़ी ग्राफ रेखाओं की सहायता से या आधार रेखा पर चिह्नों से लम्ब खींचकर,

1. R. J. Chorley, Aspects of the Morphometry of a "Poly-cyclic" 'Drainage Basin', *Geographical Journal*, अंक 124, पृ० 370-3, (लन्दन, 1958)। इस उपयोगी लेख में अनुदैर्ध्य परिच्छेदिकाओं पर कार्य करने के अन्य तरीकों का प्रयोग किया गया है, विशेषकर यह कि घाटी के सहारे ऊँचाइयों को एक सांख्यिकीय प्रतिचय मानकर और फिर अंकगणितीय तथा लघुगणकीय दोनों मापनियों पर वारंवारता वितरण वक्रों को बनाया जाय, तथा अंकगणितीय एवं लघुगणकीय दोनों प्रायिकता कागज़ों पर वितरणों को संचयी रूप में आलेखित करें।

ऊर्ध्वाधर मापनी के अनुसार प्रत्येक विन्दु की स्थिति को एक बारीक परिशुद्ध क्रास से अंकित कीजिये। जब सभी विन्दु अंकित हो चुकें तब उन्हें सीधी रेखाओं की एक श्रेणी के बजाय एक निष्कोण रेखा से मिलाइये। दो अधिक दूर स्थित समोच्च रेखाओं के बीच की बारीकियों की व्याख्या करने से लिए उच्चावचन के किन्हीं अन्य संकेतों का उपयोग कीजिये, जैसे कि परिच्छेदिका की रेखा के निकट की स्थानीय ऊँचाइयाँ, सरिताओं की स्थिति, तथा हैश्यूरों से प्राप्त जानकारी। यदि परिच्छेदिकाओं का उपयोग स्थलरूप के उच्च अध्ययन के लिए किया जा रहा हो तो ऐसी आवश्यकता पड़ सकती है कि परिच्छेदिका की प्रत्येक रेखा को स्थल पर परिशुद्धता से लेविल किया जाय, विशेषकर जबकि मानचित्र का समोच्चरेखीय अन्तराल बहुत अधिक हो। परिच्छेदिका का चित्रण करते समय यह सावधानी रखनी चाहिये कि (क) प्रत्येक छोर पर सही ऊँचाई से आरम्भ करें; (ख) जहाँ दो उत्तरोत्तर समोच्च रेखाओं पर समान संख्या अंकित हो वहाँ नमनों तथा चढ़ाइयों में प्रभेद करें, तथा (ग) शिखरों की रूपरेखा सावधानी से खींचें कि वे नुकीले हैं या चपटे।

रेखा-कार्य को स्याही से पूरा कीजिये, अर्थपूर्ण स्थानीय नामों को संबन्धित परिच्छेद के ऊपर पड़ा हुआ लिखिये, तथा शीर्षक भी लिखिये और प्रत्येक छोर का ग्रिड संदर्भ दे दीजिये। जब तक कि एक स्थिति बतलाने वाला मानचित्र सम्मिलित न हो, जिसमें कि परिच्छेदिका का प्लान बतलाया गया हो, तब तक दिक्विन्यास भी बतलाइये। यदि सुविधा के लिए परिच्छेदिका को पहिले ग्राफ़-कागज़ पर खींचा गया है तो क्षैतिज ग्राफ़ रेखाओं को छोड़ते हुए उसका अनुरेखण ड्राइंग कागज़ पर किया जा सकता है।

अनुक्रम परिच्छेदिकाएँ

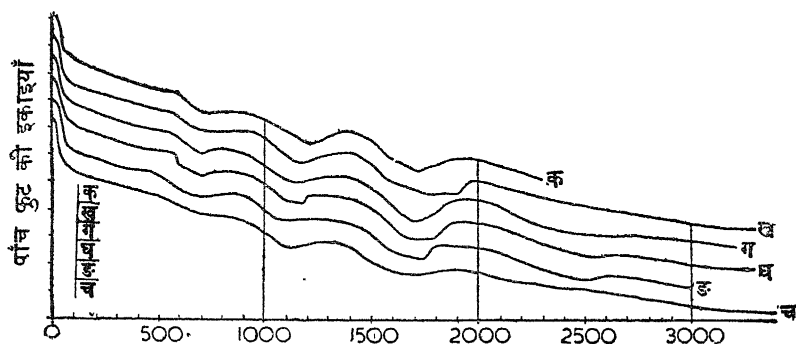
किसी पठार की कोर को,[1] किसी नदी के स्रोत से उसके मुहाने तक घाटी की अनुप्रस्थ आकृति को,[2] किसी तटरेखा की बनावट को, या प्रक्षेपी स्कंधों की एक श्रेणी

---

1. F. J. Monkhouse, *The Belgian Kempenland*, पृ० 24 (लिवरपूल, 1948)।

2. M. Jones, 'The Development of the Teifi Drainage System', *Geography*, अंक० 34, पृ० 136–45, (लन्दन, 1949); K. M. Clayton, 'The Denudation Chronology of part of the Trent Basin', *Transactions and Papers*, 1953 : *Institute of British Geographers*, सं० 19, पृ० 30 (लन्दन, 1953); C. Embleton, 'Some Stages in the Drainage Evolution of part of North–East Wales', *Transactions and Papers*, 1957 : *Institute of British Geographers*, सं० 23, पृ० 19–35 (लन्दन, 1957); G. H. Dury, 'Tests of a General Theory of Misfit Streams', *Transactions and Papers*, 1958 : *Institute of British Geographers*, सं० 25, पृ० 105–18, (लन्दन, 1958) में अपने तर्क को चित्र द्वारा समझाने के लिए बहुसंख्यक अनुक्रम (Serial) परिच्छेदिकाओं का उपयोग किया गया है।

को,[1] चित्र के द्वारा प्रभावपूर्ण तरीके से समझाने के लिए परिच्छेदिकाओं की एक-श्रेणी बनायी जा सकती है। इन्हें एक ऊर्ध्वाधर स्तंभ में व्यवस्थित किया जा सकता है, जो उदाहरण के लिए उत्तर से दक्षिण को एक श्रेणी को प्रदर्शित कर सकता है और साथ में एक स्थिति दिखलाने वाला मानचित्र दिया जा सकता है। यदि अल्पकालीन परिवर्तन अच्छे खासे हों तो उन्हें समय के अनुक्रमों में भी बनाया जा सकता है (चित्र 31)।[2] अथवा, जैसा कि चित्र 35 में दर्शाया गया है, समय, स्थान तथा पुलिन प्रदार्थ के संचलन के अनुसार व्यवस्थित किया जा सकता है।



चित्र 31—अनुप्रस्थ पुलिन परिच्छेदिकाएँ

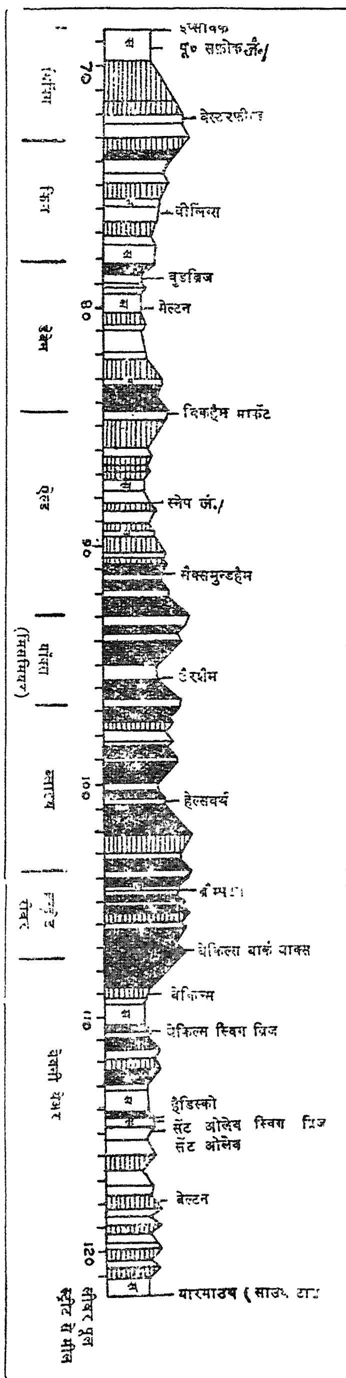
साउथपोर्ट पुलिन पर निज के सर्वेक्षण के आँकड़ों से आर० के० ग्रेसवेल द्वारा संग्रहित। प्रत्येक परिच्छेदिका के लिए आधार तल को ओ० डी० से 10 फ़ुट नीचे निश्चित किया गया था। अक्षरों से उत्तरोत्तर दिनांकों का संदर्भ मिलता है, अर्थात् (क) 21 अक्टूबर, 1935; (ख) 3 जनवरी, 1936; (ग) 5 मार्च, 1936; (घ) 13 मई, 1936; (ङ) 26 जुलाई, 1936; तथा (च) 28 अक्टूबर, 1936। परिच्छेदिकाओं को श्रेणी में रखा गया है किन्तु प्रत्येक का आधार भिन्न है, जिससे कि उलझाव न हो और साथ ही तत्काल तुलना की सुविधा हो।

अनुदैर्घ्य परिच्छेदिकाएँ

अनुदैर्ध्य परिच्छेदिकाएँ बनाने में मुख्य समस्या किसी वक्राकार सड़क, रेलमार्ग या नदी पर के विन्दुओं को उस सीधी कोर पर स्थानान्तरित करना होता है, जो कि परिच्छेदिका का आधार होती है। प्रत्येक समोच्च रेखा, स्थानीय ऊँचाई या अन्य लक्षण

---

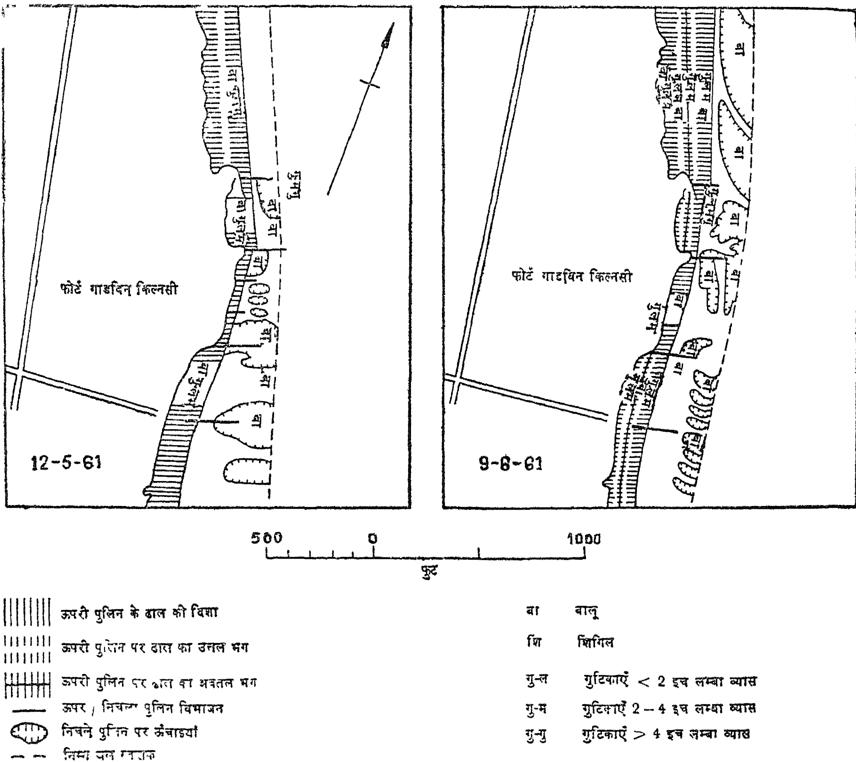
1. M. M. Sweeting, 'The Landforms of North—West County Clare, Ireland', *Transactions and Papers*, 1955 : *Institute of British Geographers*, सं० 21, पृ० 39 (लन्दन, 1955)। इनका स्थल पर परिशुद्धता से तल-मापन किया गया था।
2. उदाहरणार्थ, C. A. M. King के द्वारा सर्वेक्षित तथा चित्रित डरहम का० में मार्सडेन बे पर पुलिन की परिच्छेदिकाएँ, *Transactions and Papers*,, 1953 : *Institute of British Geographers*, सं० 19, पृ० 20 (लन्दन, 1953) देखिये।



चित्र 32—इप्सविक से यारमाउथ तक रेल मार्ग की प्रवणता-परिच्छेदिका

J. H. Appleton, *The Geography of Communication in Great Britain*, चित्र 10 (आक्सफोर्ड, 1962) पर आधारित।

के बीच की दूरी को विभाजनी से नाप कर फिर सीधी कोर के सहारे चिह्नित करके परिशुद्धता से निश्चित करना चाहिये। रेल मार्ग की परिच्छेदिकाएँ बनाना कठिन होता है, क्योंकि 'कटाव तथा भराव' अर्थात् काटने तथा बन्धी बनाने के द्वारा मार्ग की काटछाँट के कारण ढाल के मामूली परिवर्तन समाप्त या हल्के हो गये होंगे और समोच्च रेखाएँ कभी-कभी कटाव के प्रतीक के कोर पर एकाएक रुक जाती हैं। रेलमार्ग की परिच्छेदिकाएँ आमतौर से तभी परिशुद्धता से बनायी जा सकती हैं जबकि मार्ग के किनारे बहुत-सी स्थानीय ऊँचाइयाँ दिखलाने वाला बड़ी मापनी का मानचित्र उपलब्ध हो। सरकारी मार्ग-वर्णनों से जानकारी प्राप्त की जा सकती है या फिर मार्ग के किनारे प्रवणता स्तम्भों से वास्तविक प्रवणताओं को पढ़ा जा सकता है। इप्सविक से यारमाउथ तक के रेलमार्ग की परिच्छेदिका, जिसमें कि चार मुख्य प्रवणता संवर्गों को पृथक छायाकरण से स्पष्ट किया गया है, चित्र 32 में प्रदर्शित है।

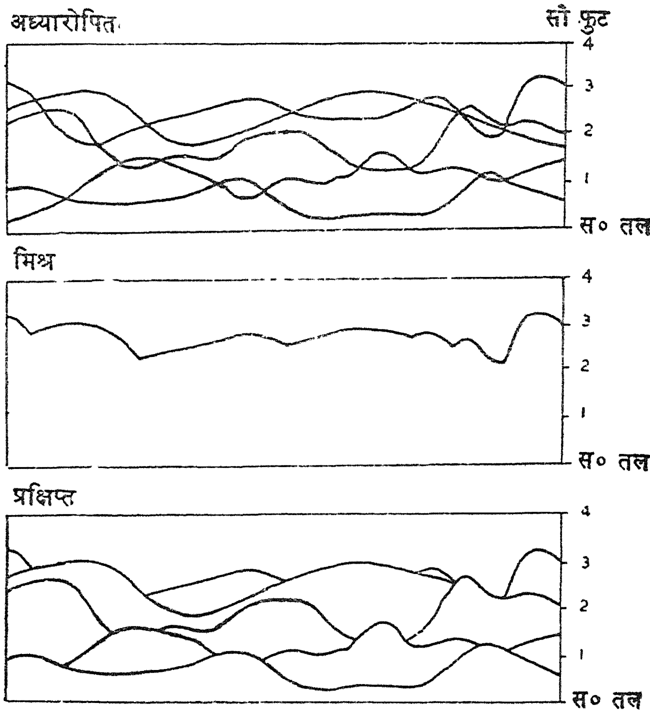


चित्र 33—पुलिन स्वरूपों का प्रारम्भिक सर्वेक्षण मानचित्र
डॉ० ए० फ़िलिप्स के द्वारा संग्रहित एक पाण्डुलिपि मानचित्र पर आधारित।

अध्यारोपित परिच्छेदिकाएं

किसी क्षेत्र की समान अन्तरालों पर बनायी गयी परिच्छेदिकाओं की तुलना करना

तथा उनको सहसंबन्धित करना और फिर उन्हें एक ही चौखटे पर आलेखित करना एक उपयोगी अभ्यास होता है।[1] प्रत्येक पृथक रेखा को सावधानी से संख्या प्रदान करके एक सह-मानचित्र पर उसकी स्थिति बतलानी चाहिये। इन्हें अध्यारोपित परिच्छेदिकाएँ कहते हैं (चित्र 34 शीर्ष)। तथापि, जब तक कि स्थलरूपों में कुछ आकृतिक एकता न हो, जैसे कि कोई अपरदन चबूतरा हो जो कि विभिन्न परिच्छेदिकाओं के तल की एकरूपता



चित्र 34 - परिच्छेदिकाएँ

भूभाग के एक ही स्थान की अध्यारोपित, मिश्र तथा प्रक्षिप्त परिच्छेदिकाएँ बनायी गयी हैं।

---

1. भूआकृतिवैज्ञानिक समस्याओं में अध्यारोपित परिच्छेदिकाओं के बहुसंख्यक उदाहरण हैं। J. W. Wright, 'The White Nile Flood Plain and Effect of Proposed Control Schemes', *Geographical Journal*, अंक 114, पृ० 173-90 (लन्दन, 1949) में अध्यारोपित तट परिच्छेदिकाओं की दो श्रेणियाँ हैं; C. A. M. King तथा W. W. Williams, 'The Formation and Movement of Sand Bars by Wave Action', *Geographical Journal*, अंक 113, पृ० 70-85 (लन्दन, 1949), में एक ही पुलिन को उत्तरोत्तर तिथियों पर दर्शाने वाली, पुलिन-परिच्छेदिकाओं की दो श्रेणियाँ हैं।

से प्रगट होगा, तब तक इनका प्रभाव कुछ अव्यवस्थित लग सकता है तथा ऐसी परिस्थिति में सब परिच्छेदिकाओं को पृथक रखना चाहिये । ई० एच० ब्राउन ने उन ढाल भंगों को, जो कि घाटी के पार्श्वों में स्पष्ट न हो सकते हों, प्रगट करने के लिए घाटी स्कन्धों की एक श्रेणी की परिच्छेदिकाएं बनायी थीं । उन्होंने प्रत्येक परिच्छेदिका को एक सीधी रेखा में बाहर खींचते हुए प्रत्येक स्कन्ध की शिखर रेखा के सहारे एक परिच्छेदिका बनायी । इसके बाद स्कन्धों की परिच्छेदिकाओं को एक ही आरेख पर आलेखित किया किन्तु स्पष्टता के लिए प्रत्येक को सांतर कर दिया और पिछली की तुलना में नीचा रखा ।[1]

मिश्र (Composite) परिच्छेदिकाएँ

किसी उच्चावचन वाले क्षेत्र को मिश्र परिच्छेदिका इस प्रकार दर्शाती है जैसा कि शिखर-तलों के क्षैतिज तल पर अनन्त दूरी से दिखलायी देता है, और इस प्रकार इसमें समांतर परिच्छेदिकाओं की एक श्रेणी के केवल सर्वोच्च भाग ही सम्मिलित होते हैं (चित्र 34, मध्य) । क्षेत्र के आर-पार कुछ समांतर रेखाएँ समान दूरी पर पास-पास खींची जाती हैं; इन रेखाओं की दिशा का चुनाव सावधानी से करना चाहिये; स्काटलैण्ड की उच्चभूमि में वे उत्तर-पश्चिम से दक्षिण-पूर्व को अर्थात भू-भाग के उत्पाट के आर-पार स्थित हो सकती हैं । बाहरी समांतर रेखा के किनारे कागज़ की एक सीधी कोर रखिये तथा उससे समकोण पर एक सेटस्क्वेयर रखिये । सेटस्क्वेयर को सीधी कोर पर सरकाइये तथा किसी भी समांतर रेखा पर जो सर्वोच्च स्थान हो उसे पढ़ते हुए सीधी कोर पर अंकित करते चलिये । इन विन्दुओं को ग्राफ़ कागज़ के ऊपर एक आधार-रेखा पर स्थानान्तरित कीजिये तथा उन्हें आलेखित करके एक निष्कोण रेखा से मिलाइये जैसा कि एक साधारण परिच्छेदिका के लिए करते हैं । इससे लम्बा एक तरीका यह है कि प्रत्येक समांतर रेखा की एक परिच्छेदिका बनायी जाय और प्रत्येक को पेंसिल से अध्यारोपित करें तथा सभी शिखर रेखाओं को मिला दें ।

तुलना के लिए मिश्र परिच्छेदिकाओं की एक श्रेणी को सानिध्य में रखना बड़ा उपयोगी होगा । एक विधि यह है कि मानचित्र के धरातल को, भू-भाग के उत्पाट से समकोण पर, समांतर रेखाओं के एक मील या एक किलोमीटर चौड़े खण्डों में विभाजित कर लीजिये और फिर प्रत्येक के लिए एक मिश्र परिच्छेदिका बनाइये । इन परिच्छेदिकाओं को कड़े पुट्ठों पर काट कर लकड़ी के खाँचों में खड़ा किया जा सकता है और इस प्रकार एक मॉडल जैसा दिखलायी देगा जिसमें दृष्यभूमि की सूक्ष्म जटिलताएँ हटा दी गयी हों ।[2]

---

1. E. H. Brown, 'Erosion Surfaces in North Cardiganshire', *Transactions and Papers*, 1950 : *The Institute of British Geographers*, सं० 18, पृ० 51-66 (लन्दन, 1952) ।
2. P. R. Shaffer, 'Correlation of the Erosion Surfaces of the Southern Appalachians', *Journal of Geology*, अक 55, पृ० 343-52 (न्यूयार्क, 1947) ने इसका उपयोग किया है; और E. H. Brown. *op. cit.* (1950), पृ० 51-66, ने ।

प्रक्षिप्त परिच्छेदिकाएँ (Projected Profiles)

परिच्छेदिकाओं की एक श्रेणी को एक ही आरेख में इस प्रकार आलेखित करना सम्भव है कि इसमें वे ही लक्षण सम्मिलित किये जायें जो कि और आगे स्थित अधिक ऊँचे स्वरूपों से छिपते न हों। इससे एक विशालदर्शी प्रभाव उत्पन्न होगा तथा एक दूर-स्थित गगनरेखा, एक मध्य-भाग तथा एक अग्र-भाग प्रस्तुत होंगे; यह वास्तव में एक दृश्यभूमि चित्रण की रूपरेखा है जो केवल शिखर की बारीकियाँ दर्शाती है (चित्र 34, निम्न भाग)। परिच्छेदिकाओं को समान अन्तरालों पर बनाना चाहिये, किन्तु यह संभव है कि कुछ चुनी हुई रेखाएँ सम्मिलित कर दी जायें जो, उदाहरणार्थ, किसी शिखर रेखा के सहारे चलती हों।[1]

---

1. अनेक उपलब्ध उदाहरणों में से पाँच पर्याप्त होंगे :

(क) J. Barrell, 'The Piedmont Terraces of the Northern Appalachians', *American Journal of Science* (चौथी श्रेणी) अंक 49, (न्यू हैवेन, कने०, 1920)।

(ख) A. A. Miller, 'The Entrenched Meanders of the Herefordshire Wye', *Geographical Journal*, अंक 85, पृ० 160-78, (लन्दन, 1935)।

(ग) D. L. Linton ने 'Some Scottish River—Captures Re-examined', *Scottish Geographical Magazine*, अंक 67, पृ० 36 (एडिनबरा, 1951) में ग्रैम्पियन्म की टिल्ट के घाटी मार्ग (through–valley) की एक दोहरी प्रक्षिप्त परिच्छेदिका का बहुत प्रभावपूर्ण तरीके से उपयोग किया है। इन्होंने एक-इंच मानचित्र पर दिखलायी गयी सीमावर्ती पहाड़ियों और घाटी की दीवालों की ऊँचाइयों को "प्रत्येक ओर से घाटी के मध्य वाली सीधी लम्बाइयों से बनी एक मिश्र रेखा पर" प्रक्षेपित किया, और दो प्रक्षिप्त परिच्छेदिकाएँ बनायीं। ये परिच्छेदिकाएँ एक केन्द्रीय रेखा के इधर और उधर थीं, जिस रेखा पर मीलों में दूरियों तथा अंशों में यथार्थ दिक्मानों (Bearings) के चिह्न बने थे।

(घ) K. M. Clayton, 'The Denudation Chronology of part of the Middle Trent Basin', *Transactions and Papers*, 1953 : *Institute of British Geographers*, सं० 19, पृ० 30 (लन्दन, 1953)।

(ङ) R. Common, 'A Suggestion for Terrain Profiles, based upon the Thalweg and Watershed Lines', *Irish Geography*, अंक IV, सं० 3, पृ० 209-12, में परिच्छेदिका बनाने का एक तरीका बतलाया गया है, जो अपरदन धरातल अवशेषों को प्रमाणित करता है, तथा अर्थगर्भित (suggestive) और प्राकृतिक दिखलायी देने वाली परिच्छेदिकाएँ उत्पन्न करता है, और फिर भी कम परिश्रमपूर्ण है। यह ऐसा लगता है मानों किसी जल-विभाजक (watershed) पर क्षैतिज प्रकाश किरणों की परछाईं की रूपरेखा हो, और इस प्रकार ऊर्ध्वाधर तल पर प्रक्षिप्त हो।

प्रक्षिप्त परिच्छेदिका से मिलती-जुलती एक युक्ति को पी० आर० शैफ़र तथा ई० एच० ब्राउन (उ० ग्र०) ने **संपीडित परिच्छेदिका** (Compressed Profile) का नाम दिया है। ऊपर संदर्भित परिच्छेदिकाओं की श्रेणी को आपस में संपीडित कर देते हैं और जब समकोण पर देखते हैं तो वही लक्षण दिखलायी देते हैं जो अग्रभाग में अपेक्षाकृत ऊँचे लक्षणों से छिप नहीं जाते। ई० एच० ब्राउन (उ० ग्र० 1950, पृ० 60) ने उत्तर तथा दक्षिण दोनों ओर से देखते हुए उत्तरी कार्डिगनशायर की एक संपीडित परिच्छेदिका बनायी थी।

पुनर्निमित परिच्छेदिकाएं (Reconstructed Profiles)

कभी-कभी भूआकृतिवैज्ञानिक समस्याओं को स्पष्ट करने के लिए किसी पूर्व-स्थित परिच्छेदिका को पुनर्निमित करना उपयोगी होता है। किसी घाटी के वर्तमान स्वरूप पर जब अपवाह के पुनर्यूवन का प्रभाव देखना हो तो यह विशेष रूप से महत्वपूर्ण होता है, क्योंकि तब वर्तमान परिच्छेदिका पर दिखलायी पड़ने वाले निक प्वाइंट (Knick Point) के नीचे परिच्छेदिका पुनर्निमित करना आवश्यक होता है। पहिले वर्तमान परिच्छेदिका बनाते हैं, स्पष्ट है कि ऊपरी मार्ग के वक्र को दृष्टि के द्वारा प्रवर्द्धित (Prolong) करने का प्रलोभन होता है किन्तु ऐसा करना अत्यन्त असंतोषजनक होगा। स्रोत की ऊँचाई, सरिता की लम्बाई तथा किसी स्थान की मुहाने से दूरी को संबन्धित करने वाले अनेक सूत्र तैयार किये गये हैं और परीक्षण के द्वारा कुछ अचर (Constants) निश्चित किये गये हैं।[1] ऐसे किसी सूत्र के उपयोग से अनेक स्थानों को आलेखित किया जा सकता है तथा निक प्वाइन्ट के नीचे, निचले भाग को पुनर्निमित किया जा सकता है।

प्रवणता तथा ढाल

ढाल निर्धारण की सार्थकता

स्थलाकृतिक मानचित्र से बहुत-सी परिशुद्ध जानकारी मिलती है, "किन्तु इसका प्रभाव यह हुआ कि साधारण ऊँचाई को उठाकर अनर्जित श्रेष्ठता दे दी गयी है।"[2] भूगोल-

---

1. O. T. Jones, 'The Upper Towey Drainage System', *Quarterly Journal of the Geological Society*, अंक 80, पृ० 568-609, (लन्दन, 1924)।

   J. F. N. Green, 'The River Mole', *Proceedings of the Geologists' Association*, अंक 45, पृ० 35-69, (लन्दन, 1934))।

   A. A. Miller, 'Attainable Standards of Accuracy in the Determination of Pre-Glacial Sea-Levels by Physiographic Methods', *Journal of Geomorphology*, अंक 4, पृ० 95-115 (न्यू यार्क, 1941)।

   R. F. Peel, 'The North Tyne Valley', *Geographical Journal*, अंक 98, पृ० 5-19 (लन्दन, 1941)।

2. A. A. Miller, 'The Dissection and Analysis of Maps', इन्स्टीट्यूट ऑफ़ ब्रिटिश ज्यॉग्रफ़र्स में सभापति का भाषण, 1948, जो कि *Transactions of the Institute*, प्रकाशन सं० 14, पृ० 3 (लन्दन, 1949) में प्रकाशित हुआ था।

पुलिन परिच्छेदिकाएँ

प्रत्येक विभाग : 5 फुट

A बा गु-म गु, गु-ल म गु, बा गु-ल म

C बा गु-ल म गु, बा गु-ल म

E बा गु-ल म गु, गु-म गु / ज

I बा गु-ल म, बा गु-ल, बा गु-ल म, गु-ल म गु, गु-गु / ज, बा / ज

पुलिन पदार्थ का संचलन

प्रत्येक विभाग : 1 फुट

A C E I

0 100 200 300 400 500 फुट

तरंगे

पुलिन परिच्छेदिकाएँ

ऊर्ध्वाधर अतिशयोक्ति × 10

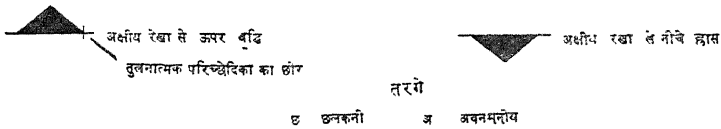
गु-ल गुटिकाएँ < 2 इंच लम्बा व्यास — बा बालू

गु-म गुटिकाएँ 2—4 इंच लम्बा व्यास — / ज भू पृष्ठ—जल

गु-गु गुटिकाएँ > 4 इंच लम्बा व्यास — बा व बा / ज बालू टेकरियाँ तथा जल-भरे गड्ढे

टि टिब्बा — ख खड़िया कंकर

पुलिन पदार्थ का संचलन



तरंगे

छ छलकनी — अ अवनमनीय

चित्र 35—स्पर्न हेड पर पुलिन के परिवर्तन का संघटित अभिलेख, अप्रैल, 1960। डा० ए० फ़िलिप्स के द्वारा संग्रहित एक पाण्डुलिपि आरेख पर आधारित। पुलिन परिच्छेदिकाएँ *A*, *C*, *E* तथा *I* और तरंग आरेख (Wave diagram) *A*, *D*, स्पर्न हेड पर भूजिह्वा (Spit) के समुद्रवर्ती पार्श्व के प्रेक्षण स्थानों का संदर्भ देते हैं। पुलिन पदार्थ का संचलन एक केन्द्रीय अक्षीय रेखा के सहारे आलेखित किया गया है, जो कि पहिले की तिथि में प्रेक्षण की परिच्छेदिका को सीधे किये गये रूप में दर्शाती है।

वेत्ता का सम्बन्ध दृश्यभूमि के अन्य बहुत से लक्षणों से होता है, विशेषकर उसके ढाल[1] (इसकी मात्रा तथा परिवर्तन), मध्यमान ऊँचाई, विभिन्न धरातल तथा चबूतरे, 'भंगों' तथा 'कोरों', इत्यादि से। किसी भी स्थान की समुद्र तल से परिशुद्ध ऊँचाई कुछ विषयों में उतनी महत्वपूर्ण नहीं होती जितना कि उसकी ऊँचाई का आस-पास के क्षेत्र से सम्बन्ध होता है। परिच्छेदिकाओं की चर्चा करते समय, इनमें से कुछ बातों की व्याख्या पहिले ही की जा चुकी है।

ढाल का विश्लेषण तथा मानचित्र पर उसका प्रदर्शन करना, विशेषकर अमरीकी भूआकृतिविज्ञानियों के बहुत से अनुसंधान का विषय रहा है। औसत प्रवणता का परिकलन एक साधारण काम है, चाहे उसे तीव्रतम ढाल के (अर्थात् समोच्च रेखाओं से समकोण पर) या किसी सड़क के सहारे निकाला जाय। किन्तु **औसत** ढाल को दर्शाने का उपाय निकालना, विशेषकर किसी जटिल उच्चावचन के क्षेत्र में, और फिर उसे मानचित्र पर दर्शाना, जिससे कि किसी भूआकृतिविज्ञानी को महत्वपूर्ण निगमनों में सहायता मिल सके, एक बहुत जटिल काम है।[2] प्रत्येक इकाई क्षेत्र के लिए परिकलन करने के लिए यादृच्छिक प्रतिचयन[3] विधियाँ अथवा एक-रूप ग्रिडों को आधार बनाते हुए, औसत ढाल का विश्लेषण बिल्कुल वस्तुनिष्ठ तथा स्वेच्छ हो सकता है।

एक भूआकृतिविज्ञानी किसी समस्या विशेष का परीक्षण करते समय, जैसे कि किसी अपरदन के चबूतरे का ढाल होता है, संभवत: इस चबूतरे में परवर्ती अपरदन के द्वारा निर्मित घाटियों को छोड़ देना अच्छा समझेगा, जिसके पार्श्व तीव्र ढाल वाले हो सकते हैं

---

1. D. R. Macgregor, 'Some observations on the Geographical Significance of Slopes', *Geography*, अंक 42, पृ० 167-73 (लन्दन, 1957)। R. A. G. Savigear, 'Some Observations of Slope Development in South Wales', *Transactions and Papers*, 1952 : *Institute of British Geographers*, सं० 18, पृ० 33-51 (लन्दन, 1952) में ढालों के भूआकृतिवैज्ञानिक अध्ययन का एक विस्तृत उदाहरण मिलता है। इन्होंने एक निर्देशीय (Key) मानचित्र पर अवस्थित बहुसंख्यक परिच्छेदिकाओं का उपयोग किया है, जिन पर परिशुद्ध सर्वेक्षण से ज्ञात किये गये ढालों के कोण चिह्नित हैं, और कुछ में अतिरिक्त सूचना है जैसे कि शैल-संस्तर (Bed-rock), शैल-मलवा (Talus) या घास का आवरण होना, आदि। Savigear की देन, 'Technique and Terminology, in the Investigation of Slope Forms', *Premier Rapport de la Commission pour l' Etude des Versants* (*Union Géographique Internationale*), पृ० 66-75 (ऐम्सटर्डम, 1956) भी देखिये।
2. *Premier Rapport de la Commisson pour l' Etude des Versants* (*Union Géographique Internationale*) में, जो कि रियो डि जेनरो कांग्रेस (ऐम्सटर्डम 1956) के लिए तैयार की गयी थी, अपार जानकारी मिलती है। इसमें 155 पृष्ठ हैं तथा ढाल के बारे में बहुसंख्यक लेख, मानचित्र एवं संदर्भ-ग्रन्थ सूचियाँ हैं।
3. देखिये अ० सं० 28।

और जो किसी भी स्वेच्छ विधि द्वारा परिकलन करने पर पूरे क्षेत्र की आकृति को बहुत अधिक प्रभावित कर सकते हैं। वह मूल चबूतरे का ढाल ज्ञात करना चाहता है और फलतः असंगत ढालों को छोड़ देता है; यह पृष्ठ 77 पर चर्चित सामान्यीकृत समोच्च रेखाओं के सदृश है। इसके अतिरिक्त स्वेच्छ तथा वरणात्मक आकृतियों में जो मान का अन्तर है वह स्वयं ही परवर्ती विच्छेदन की मात्रा का एक सूचक है, जिसे वास्तव में अन्य भूआकृति-वैज्ञानिक क्षेत्रों के साथ तुलना में प्रयोग किया जा सकता है।

प्रवणता का परिकलन

कभी-कभी किसी सम ढाल की तीव्रता को परिशुद्धता से व्यक्त करना आवश्यक होता है। यदि किसी पहाड़ी के पार्श्व पर स्थित दो विन्दुओं को एक क्षैतिज तल पर प्रक्षेपित किया जाय, जैसा कि मानचित्र में होता है, तो उनके बीच की दूरी को क्षैतिज तुल्यांक (Horizontal Equivalent) या क्षै० तु० (H. E.) कहते हैं। दोनों विन्दुओं में ऊँचाई का अन्तर ऊर्ध्वाधर अन्तराल (Vertical Interval) या ऊ० अ० (V. I.) कहलाता है। ऊ० अ० को इकाई मान कर प्रवणता को समानुपात ऊ० अ०/ क्षै० तु० (V. I. / H. E.) के रूप में व्यक्त किया जाता है। अतः, यदि क्षै० तु० 500 गज है और ऊ० अ० 150 फ़ुट, तो प्रवणता 150/1,500 या 1/10 होगी।

प्रवणता को क्षैतिज तल तथा ढाल की रेखा के बीच एक कोणीय माप के रूप में व्यक्त कर सकते हैं। यह मोटे तौर पर प्रवणता को भिन्न के रूप में रखकर 60 से गुणा करके बतलाया जा सकता है जो कि 7 अंश तक के ढाल के लिए पर्याप्त परिशुद्ध होता है।

अतः, 1° ढाल की प्रवणता $= \frac{1}{60}$ (वास्तव में 57·14)

2° ढाल की प्रवणता $= \frac{1}{30}$ (वास्तव में 28·65)

3° ढाल की प्रवणता $= \frac{1}{20}$ (वास्तव में 19·08)

प्रवणता को भिन्न के रूप में रख कर, उसे दशमलव में बदल कर और फिर ढाल के कोण को स्पर्शज्या सारणी में देखकर परिशुद्धता के साथ अंशों में बतलाया जा सकता है, क्योंकि किसी कोण की स्पर्शज्या, ऊ० अ०/ क्षै० तु० के बराबर होती है। स्पष्ट है कि यदि ढाल का कोण दिया हुआ हो (उदाहरणार्थ, क्लाइनोमीटर से ज्ञात करके), तो किसी दिये हुए समोच्च रेखा अन्तराल के लिए या फिर क्षै० तु० दिया हो तो ऊ० अ० ज्ञात करने के लिए इसका उपयोग किया जा सकता है।

किसी पहाड़ी के पार्श्व पर अधिकतम ढाल ज्ञात करने लिए, क्षै० तु० को यथासंभव समोच्च रेखाओं से समकोण पर नापते हैं। यदि किसी क्षेत्र का लगभग अपरिवर्ती दिशा में सम ढाल हो तो ढाल पर ऊपर से नीचे खींची गयी समान दूरी की रेखाएं लगभग समांतर होंगी। प्रत्येक रेखा के सहारे ढाल का परिकलन कर लेते हैं और फिर परिणामों का मध्यमान निकाल लेते हैं; इससे पूरे क्षेत्र के औसत ढाल का पता चलता है। जहाँ पर विभिन्न दिशाओं में भूमि के ढाल की मात्रा भिन्न होती है, वहाँ पर निरीक्षण के द्वारा मानचित्र

को मोटे तौर से समान ढाल वाले क्षेत्रों या 'फलकों' में बाँटना आवश्यक होगा, और इन इकाइयों का परिकलन में आधार के रूप में उपयोग करना पड़ेगा। क्रांतिक ढाल वाले 'फलकों' का प्रभेद तथा मानचित्रण किया जा सकता है; उदाहरण के लिए, 'मृदाअपरदन' 'वृष्टि धोवन', बाढ़ तथा 'वाह' के अध्ययन में यह आवश्यक होगा।[1]

यदि सड़क की प्रवणताएँ जाननी हों तो प्रत्येक मोड़ के सहारे क्षै० तु० को सावधानी से नापना चाहिए (देखिये पृ० 71)। जहाँ तक संभव हो, समोच्च रेखाओं के प्रतिच्छेदनों के बजाय स्थानीय ऊँचाइयों का उपयोग करना चाहिये। ये सड़क की प्रवणताएँ बहुत भ्रांतिपूर्ण हो सकती हैं, क्योंकि किसी छोटी मापनी के मानचित्र पर, किसी भी सूरत में छोटे उतार-चढ़ाव छिप जाते हैं। पथ परिच्छेदिका को बनाने के समान ही रेलवे पथ की प्रवणताओं का परिकलन करने में वही सावधानी बरतनी चाहिये (देखिये पृ० 110)। तथापि, यदि पहाड़ियों के किसी क्षेत्र में सड़क की परिच्छेदिका बनानी हो तो ऐसे परिकलन व्यावहारिक महत्व के हो सकते हैं; किन्हीं भी असाधारण प्रवणताओं को परिच्छेदिका पर संख्याओं में परिशुद्धता से व्यक्त किया जा सकता है, और इस प्रकार मोटर या साइकिल चालक को बहुत व्यावहारिक जानकारी उपलब्ध हो सकती है। मार्ग-पुस्तिकाओं के संग्रहकर्ता इसी तरीके को अपनाते हैं।

ढालों की मापनियाँ

ढालों की किसी प्रकार की रेखीय मापनी बनाना समोच्च रेखीय मानचित्रों से सम्बन्धित एक उपयोगी आलेखी अभ्यास है। दिये हुए मानचित्र की क्षैतिज मापनी तथा समोच्च रेखाओं के अन्तराल की जाँच कीजिये। यदि ऊ० अ० (V. I.), 50 फ़ुट हो तो भूमि पर 1° के ढाल के लिए क्षै० तु० (H. E.), 2857 फ़ुट होगा (जैसा कि स्पर्शज्या सारणियों से ज्ञात होता है), 2° के ढाल के लिए भूमि के ऊपर 1,435 फ़ुट, 3° के ढाल के लिए 954 फ़ुट, और, उदाहरणार्थ, 15° के लिए 187 फ़ुट होगा। एक क्षैतिज रेखा खींचिये और उस पर, मानचित्र की मापनी के अनुसार इन तथा अन्य क्षैतिज तुल्यांकों के चिह्न लगाइये। अत:, किसी छ:-इंच वाले मानचित्र पर, जब समोच्च रेखीय अन्तराल 50 फ़ुट हो, तो दो उत्तरोत्तर समोच्च रेखाओं के बीच में 3·24 इंच की दूरी 1° का ढाल दर्शायेगी तथा 0·21 इंच की रेखा 30° का ढाल प्रदर्शित करेगी। मानचित्र पर दो उत्तरोत्तर समोच्च रेखाओं के बीच की दूरी को नाप कर इसे ढालों की रेखीय मापनी पर स्थानान्तरित करके और निर्देशित ढाल के अंशों को पढ़कर ढालों को तत्काल ज्ञात किया जा सकता है।

प्रवणताओं की मापनी को बनाने का एक अन्य सरल तरीका चित्र 36 में दिखलाया गया है। इसे निम्न प्रकार से समझाया जा सकता है :

---

1. A. T. A. Learmonth ने 'The Floods of 12th August, 1948, in South-east Scotland' (पाण्डुलिपि के रूप में परिसंचारित, 1951) में ऐसा कार्य किया था। इन्होंने लैमरम्योर पहाड़ी का एक मानचित्र बनाया था, जिसमें $\frac{1}{2}$ या अधिक और $\frac{1}{2}$ से $\frac{1}{3}$ की प्रवणताओं के फलकों में प्रभेद किया था।

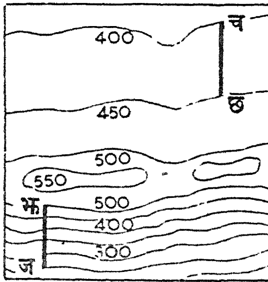
मान लीजिये कि मानचित्र की मापनी = 1:63,360, तो 1/20 के ढाल के लिए मानचित्र पर 1 इंच लम्बा क्षै० तु० (अर्थात् भूमि पर का 5,280 फ़ुट) 264 फ़ुट के ऊ० अ० से प्रदर्शित होगा, क्योंकि

$$\frac{\text{ऊ० अ०}}{\text{क्षै० तु०}} = \frac{1}{20} = \frac{264}{5280}$$

यदि 264 फ़ुट ऊ० अ० मानचित्र पर 1 इंच से प्रदर्शित होता है, तो 250 फ़ुट का ऊ० अ०

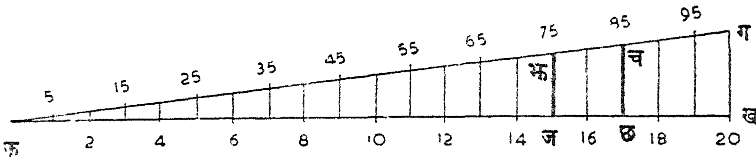
$$\frac{1 \times 250}{264} = 0{\cdot}947 \text{ इंच से प्रदर्शित होगा।}$$

किसी सुविधाजनक लम्बाई की एक रेखा **क ख** खींचिये और उसे बीस बराबर भागों में बाँटिये। 0·947 इंच का लम्ब **ख ग** नीचे ओर बढ़ाइये और **क ग** को मिला दीजिये। ऊपरी रेखा से अनेक लम्ब नीचे खींचिये जो नीचे की रेखा के प्रत्येक विन्दु से होकर जायें; इन लम्बों की लम्बाई क्षैतिज तुल्यांकों की मापनी का काम करेगी। 1 तथा 1/20 के बीच के ढालों को, 250 फ़ुट का समोच्च रेखीय-अन्तराल प्रयोग करते हुए, आधार रेखा पर पढ़ा जाता है; 1/20 तथा 1/100 के बीच वालों को, 50 फ़ुट का समोच्च रेखीय-अन्तराल प्रयोग करते हुए, ऊपरी रेखा से पढ़ा जाता है।



ज से झ की प्रवणता 1 / 15

च से छ की प्रवणता 1/85



चित्र 36 – प्रवणताओं की मापनी

ज झ के ढाल की प्रवणता को निचली मापनी-रेखा क ख से तत्काल 1/15 पढ़ा जा सकता है; च छ के प्रवणता को ऊपरी मापनी-रेखा क ग से 1/85 पढ़ा जा सकता है।

1/20 से तीव्र ढालों के लिए, कागज़ की एक सीधी कोर को उस ढाल की समोच्च रेखाओं के आर-पार यथासंभव समकोण पर रखिये, जिसे नापना हो तथा 250 फ़ुट के

किसी समोच्च रेखीय-अन्तराल के बीच की क्षैतिज दूरी के चिह्न लगाइये; अथवा इस दूरी को नापने के लिए विभाजनी का उपयोग किया जा सकता है। मापनी की आधार रेखा के सहारे सीधी कोर या विभाजनी को इतना सरकाइये कि वह दूरी **क ख** तथा **क ग** के बीच के एक लम्ब से सम्पाती हो जाय। तब संगत प्रवणता को **क ख** मापनी-रेखा पर पढ़ा जा सकता है।

1/20 से मंद ढालों के लिए कागज़ की एक सीधी कोर को उस ढाल की समोच्च रेखाओं से आर-पार समकोण पर रखिये जिसे नापना हो तथा 50 फ़ुट के एक समोच्च रेखीय- अन्तराल के बीच की क्षैतिज दूरी अंकित कीजिये। उसी प्रकार से संगत लम्ब को ज्ञात कीजिये और प्रवणताओं को **क ग** मापनी-रेखा पर पढ़िये। स्पष्ट है कि **ख ग** दूरी 250 फ़ुट के बजाय 50 फ़ुट के ऊ० अ० की दूरी को दर्शाती है, जैसा कि पिछले उदाहरण में था; अत: **क ग** के सहारे जो अन्तराल हैं वे समानुपात में अपेक्षाकृत मंद प्रवणताओं को प्रदर्शित करते हैं, (अर्थात 5 गुना अधिक मंद ढाल क्योंकि ऊ० अ० 5 गुना अधिक छोटा है)।

औसत ढाल निर्धारण की विधियाँ

औसत ढाल निर्धारित करने के एक तरीके का उपयोग सन् 1890 में ही एस० फ़िस्टर वाल्डर ने तथा (अलग से) के० प्यूकर ने कर लिया था। इसमें ओपिसोमीटर (Opisometer) से सभी समोच्य रेखाओं की कुल लम्बाई का माप तथा निम्न सूत्र का प्रयोग किया गया था :

$$\text{औसत ढाल (अंशों में)} = \frac{\text{समोच्च रेखाओं की कुल लम्बाई} \times \text{समोच्च रैखीय अन्तराल}}{\text{कुल क्षेत्रफल}}$$

यद्यपि इसे जे० ट्रिकार्ट तथा जे० मसलिन[1] ने अनुमोदित किया है, किन्तु इस सूत्र में बहुत जटिल तथा परिश्रमी परिकलन करना पड़ता है, और सी० के० वेन्टवर्थ ने इसकी आलोचना की थी।[2] इसके बदले में इन्होंने मानचित्र से किसी क्षेत्र के औसत ढाल को ज्ञात करने की एक 'सामान्य तथा यादृच्छिक' विधि निकाली थी।[2] इन्होंने दिये हुए क्षेत्र के

---

1. J. Tricart तथा J. Muslin, *'L' Etude Statistique des Versants'*, *Révue de Géomorphologie Dynamique*, अंक 2, पृ० 173-81। (पेरिस, 1951)।
2. C. K. Wentworth, 'A Simplified Method of Determining the Average Slope of Land Surfaces', *American Journal of Science*, श्रेणी 5, अंक 20 (न्यू हैवेन, कने०, 1930)। अपने तरीके और सूत्रों को स्पष्टता से समझाने के अतिरिक्त, वे ए० पेंक, एस० फ़िस्टरवाल्डर तथा जे० एल० रिच का संदर्भ देते हुए अपने से पूर्व के तरीकों का वर्णन करते हैं और इन लोगों की कमियों की व्याख्या करते हैं।

समोच्च रेखा मानचित्र पर पूर्व-पश्चिम तथा उत्तर-दक्षिण का ग्रिड खींचा और फिर सब समोच्च रेखा प्रतिच्छेदनों को गिनकर सारणीबद्ध किया तथा इस प्रकार प्रति मील समोच्च रेखा प्रतिच्छेदनों की औसत संख्या ज्ञात की। इसी क्षेत्र पर एक तिरछे ग्रिड का उपयोग करते हुए इस कार्य विधि को दोहराया तथा दोनों परिणामों का औसत निकाला। फिर इन्होंने निम्नलिखित सूत्र का प्रयोग किया :

$$\frac{\text{प्रति मील समोच्च रेखा प्रतिच्छेदनों की औसत संख्या} \times \text{समोच्च रेखा अन्तराल}}{3361\ (\text{स्थिरांक})^{1}}$$

इसके परिणाम से औसत ढाल ज्ञात हुआ जो कि ढाल के औसत कोण की स्पर्शज्या के रूप में था, और जिसको स्पर्शज्या सारणियों की सहायता से अंशों में बदला जा सकता है।

जी० एच० स्मिथ की ढाल विश्लेषण विधि

प्राय: किसी क्षेत्र विशेष में उच्चतम तथा न्यूनतम स्थानों की ऊँचाई को सम्बन्धित करना, अर्थात् प्राप्त **उच्चावचन के आयाम** (*amplitude of available relief*) को ज्ञात करना महत्वपूर्ण होता है।[2] जी० एच० स्मिथ[3] ने, जिन्होंने 'आपेक्षिक उच्चावचन' (relative relief) या 'स्थानीय उच्चावचन' (local relief) शब्दों का उपयोग किया है, इस समस्या की जाँच की है। इस प्रकार के उच्चावचन विश्लेषण का विकास एन० क्रेब्स, एच० श्रेफ़र, वी० पैशिजर, एच० कालनर आदि लोगों ने मुख्यत: जर्मनी में किया था, और के० एच० हगिंस ने इसका प्रयोग हाइलैण्डस् ऑफ़ स्काटलैण्ड के एक विश्लेषण में किया

1. स्थिरांक संख्या 3361 एक सूत्र से निकाली गयी है, जिसे वेन्टवर्थ ने पूरी तौर से समझाया है; यह $5,280 \times 0.6366$ है जो संख्या कि ज्या θ के सभी संभव मानों का माध्य है, जबकि θ ग्रिड-रेखाओं तथा समोच्च रेखाओं के बीच का कोण है।

2. W. S. Glock ने 'Available Relief as a Factor of Control in the Profile of a Land–Form', *Journal of Geology*, अंक 40, पृ० 74 (शिकागो, 1933) में उपलब्ध उच्चावचन की परिभाषा "एक मूल काफ़ी समतल उच्चभूमि से नीचे सरिताओं के प्रारम्भिक क्रमिक तल (grade) तक की ऊर्ध्वाधर की दूरी" बतलायी है।

3. G.-H. Smith, 'The Relative Relief of Ohio', *Geographical Review*, अंक 25, पृ० 272-84, (न्यू यार्क, 1935)। स्मिथ ने उन जर्मन, पोलिश और अन्य कार्य कर्त्ताओं की पूर्ण संदर्भ-ग्रंथ सूची दी है, जिन्होंने इस विधि का विकास किया था। इन्होंने जिस मनोरंजक प्रविधि का वर्णन किया है, उसके अतिरिक्त 'स्थानीय-उच्चावचन' के सम्बन्ध में वनस्पति, भूमि-उपयोग, तथा बस्ती (settlement) के इनके विश्लेषण को पढ़ना उपयोगी होगा।

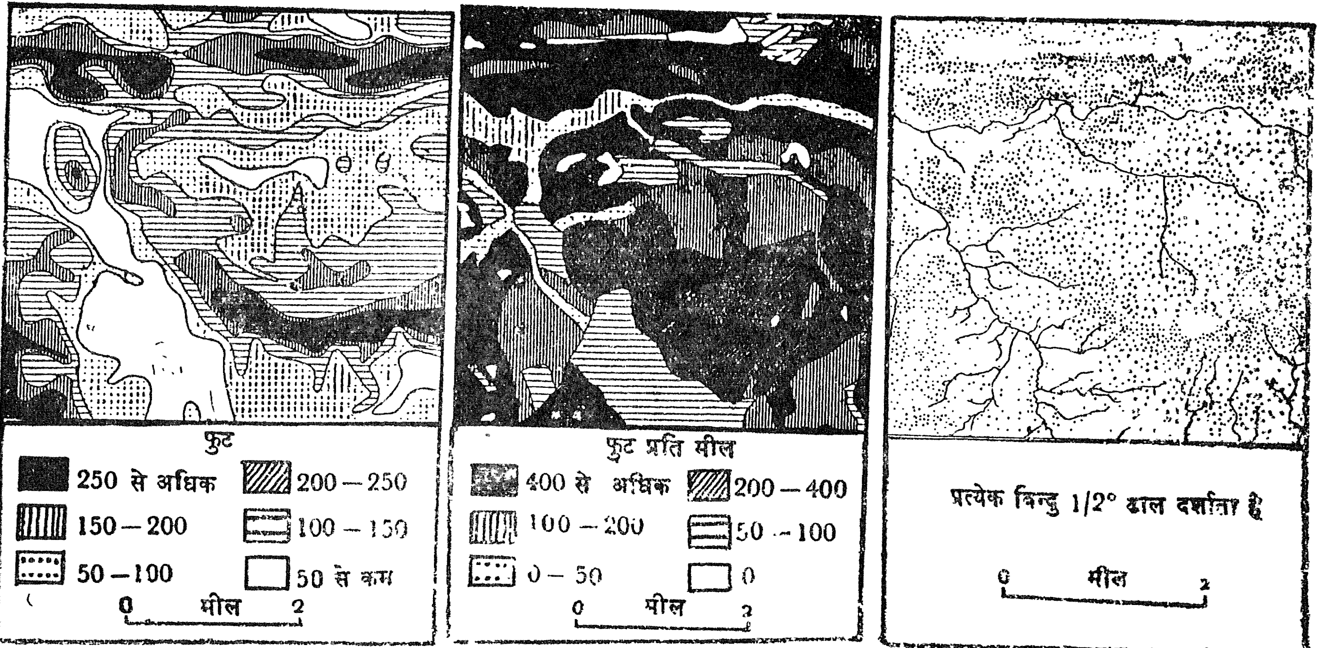
था ।[1] जी० एच० स्मिथ ने ओहायो राज्य के धरातल का विश्लेषण करने के लिए इस विधि का उपयोग किया था; संदर्भित सिद्धान्तों को चित्रों द्वारा समझाने के लिए इनके लेख को संक्षेप में दिया जा सकता है । इन्होंने ओहायो का 1 : 600,000 की मापनी पर एक समोच्च रेखा मानचित्र लिया और उसे 5 मिनट देशान्तर तथा उतने ही अक्षांश के आयतों में बाँटा, जिनमें से प्रत्येक, भूमि पर, लगभग 4.40 × 5.75 मील दर्शाता था, किन्तु निश्चित है कि इसमें राज्य के उत्तरी तथा दक्षिणी भागों में कुछ हल्का-सा अन्तर आता था । इसके पश्चात् इन्होंने प्रत्येक आयत में उच्चतम तथा न्यूनतम स्थान की ऊँचाई के अन्तर का परिकलन किया और इस प्रकार जो लगभग 2,000 मान उपलब्ध हुए उन्हें आधार मानचित्र पर प्रत्येक वर्ग के केन्द्र पर आलेखित किया । प्रत्येक 100 फ़ुट के अन्तर के लिए परम ऊँचाई के समान आयाम (अर्थात् समान 'स्थानीय उच्चावचन') वाले क्षेत्रों को दर्शाने के लिए सममान रेखाओं को अन्तर्वेशित किया गया । फिर समान 'स्थानीय उच्चावचन' को दर्शाने के लिए मानचित्र को आठ रंगों में रंगा गया था । इससे अधिक जानकारी प्राप्त करने के लिए प्रत्येक 'उच्चावचन प्रदेश' (अर्थात् 0—100 फ़ुट, 100—200 फ़ुट इत्यादि) के क्षेत्रफल की माप की गयी और फिर प्रत्येक क्षेत्र को ओहायो राज्य की कुल भूमि के क्षेत्रफल (41,263 वर्ग मील) के प्रतिशत में व्यक्त किया गया ।

इस प्रकार बना हुआ मानचित्र दक्षिण तथा पश्चिम में उच्च आपेक्षिक उच्चावचन के क्षेत्रों (अलेघनी पठार की रूपरेखाओं) को, तथा उत्तर-पश्चिम में न्यून आपेक्षिक उच्चावचन के क्षेत्रों (माँमी मैदान और इरी झील के दक्षिण के क्षेत्र) को बहुत असाधारण रूप में प्रकट करता है । स्मिथ की विधि का उपयोग डार्किंग क्षेत्र के आपेक्षिक उच्चावचन के विश्लेषणों में किया गया है (चित्र 37) ।

स्पष्ट है कि इस तरीके में एक कमी यह है कि ऐसा मानचित्र अधिकतम उच्चावचन अन्तरों के **आयामों** को प्रदर्शित करता है, जो कि एक ओर तो किसी वर्ग के दो कर्णवत छोरों पर स्थित दो स्थानों के बीच में हो सकता है और दूसरी ओर ऊर्ध्वाधर कगार में, जिसमें कि कोई क्षैतिज तुल्यांक कदापि न हो । स्मिथ ने यह सुझाव दिया कि जिन वर्गों में चरम विन्दु बहुत दूर हों उन्हें उपविभाजित कर देना चाहिये, किन्तु इससे मानचित्र की सममिति बहुत कुछ नष्ट हो जायेगी । मिलर[2] ने विस्तृत कार्यवाही इस प्रकार बतलायी है कि प्रत्येक वर्ग में उच्चतम तथा न्यूनतम विन्दुओं की ऊँचाई के अन्तर को सम्बन्धित क्षैतिज तुल्यांक से विभाजित किया जा सकता है और मानों को अंकित करके सममान रेखाएँ खींची जा सकती हैं ।

---

1. K. H. Huggins, 'The Scottish Highlands : A Regional Study', उ० ग्र० 1935) । इन्होंने हाइलैण्डस् का सीमांकन करने के प्रयास में, 2 मील के वर्गों का उपयोग किया, जो कि एक इंच ओ० एस० श्रेणी (पापुलर संस्करण) पर अध्यारोपित है और उन सभी वर्गों को काला कर दिया जिनमें उच्चतम तथा न्यूनतम वर्गों के बीच में ऊँचाई का अन्तर 700 फ़ुट से अधिक था ।
2. A. A. Miller, पृ० 8, उ० ग्र० (1949) ।

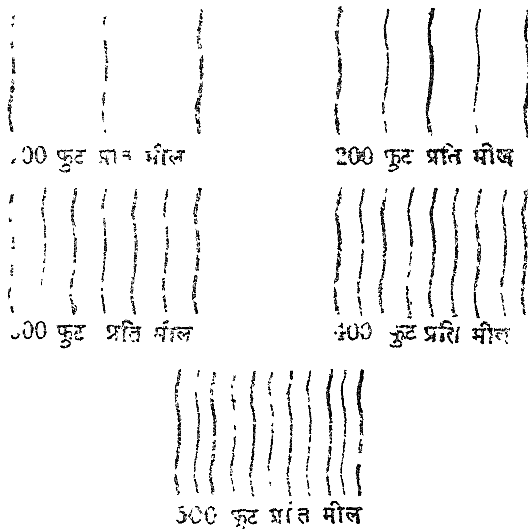


चित्र 37-9—ढाल प्रदर्शन की तीन विधियाँ

प्रत्येक मानचित्र आर्डनेन्स सर्वे की 1 : 25,000 श्रेणी के 51/14 पत्रक से लिये गये आँकड़ों से संग्रहित किया गया था। उत्तर में नार्थ डाउन्स की रेखा है, पश्चिम में होमबरी घाटी, और दक्षिण-मध्य में लीथ हिल है।
चित्र 37 (बायें) को जी०-एच० स्मिथ की विधि से बनाया गया था, चित्र 38 (मध्य) को ई० राइज तथा जे० हेनरी द्वारा निकाली गयी विधि से, और चित्र 39 (दायें) को ए० एच० राबिन्सन की विधि से।

राइज़ तथा हेनरी की औसत ढाल निर्धारण विधि

राइज़ तथा हेनरी[1] ने स्मिथ की 'आपेक्षिक उच्चावचन' विश्लेषण विधि का न्यू इंगलैण्ड पर प्रयोग किया, किन्तु उनका निष्कर्ष था कि इस विषय विशेष में संतोषजनक परिणाम नहीं मिला। यहाँ पर समप्रायभूमि मे संकरी घाटियाँ गहराई तक कटी हुई हैं और इस प्रकार वे बड़ा उच्चावचन आयाम प्रस्तुत करती हैं, जैसा कि सम धरातल से तीव्रता के साथ प्रक्षेपित टीले करते हैं। अत:, अधिकांश क्षेत्र के लिए आपेक्षिक उच्चावचन की संख्याएं बड़ी



समोच्च रेखीय अन्तराल=50 फुट

1 मील

चित्र 40—ढालों की समोच्च रेखा-मापनी

एक समोच्च रेखा-मानचित्र को इकाइयों की एक श्रेणी में बाँटने के लिए, जिनमें से प्रत्येक एक चुने हुए ढाल-संवर्ग में पड़ती हो, जैसा कि समोच्च रेखाओं के अंतराल से ज्ञात होता है, ढालों की एक आलेखी मापनी बनायी जा सकती है। विभाजनी को एक निश्चित चौड़ाई (उदाहरणार्थ एक इंच) के लिए फैला सकते हैं, और मानचित्र पर रख कर, उसके फैलाव के अन्दर आने वाली समोच्च रेखाओं को गिन कर, समोच्च रेखा-मापनी को देखकर ढाल-संवर्ग को निश्चित कर सकते हैं।

1. E. Raisz तथा J. Henery, 'An Average Slope Map of Southern New England', *Geographical Review*, अंक 27, पृ० 467–72, (न्यू यार्क, 1937)।

हैं, और वे महत्वपूर्ण लक्षणों को छिपा देती हैं। राइज़ तथा हेनरी का निष्कर्ष था कि "[...] स्मिथ के द्वारा प्रयोग किया हुआ तरीका केवल ऐसे क्षेत्रों के लिए अच्छा है जो क्षैतिज अवसादी चट्टानों की संरचना वाले प्रौढ़ता से विच्छेदित पठार हों, जिनके ढाल सम हों तथा जिनका भूआकृतिवैज्ञानिक इतिहास सरल हो। जटिल भूवैज्ञानिक प्रदेशों में, अन्य विधियों का उपयोग होना चाहिये।" इन्होंने राज्य पर एक मील के वर्गों वाले ग्रिड को आच्छादित करके उन बारीकीपूर्ण विभिन्नताओं को प्रगट करने का प्रयास किया, जो स्मिथ के 5 मिनट वाले बड़े आयतों में स्पष्ट नहीं हुई थीं, किन्तु इस प्रकार 'एक जटिल पैवन्द-चित्र' उत्पन्न हुआ जिसे पूरे राज्य के छोटी मापनी के मानचित्र पर पुनरुत्पादित करना संभव नहीं था।

इन्होंने इसके बाद यह परिष्कार किया कि स्थलाकृतिक मानचित्र को समान आयतों के बजाय विषम क्षेत्रों में बाँटा जिनमें कोई भूआकृतिवैज्ञानिक पहिचान हो—जैसे कि मोनैडनॉक, अधःकर्तित घाटियाँ, आदि। किन्तु ये असमान क्षेत्र असंतोषजनक सिद्ध हुए; अतः एक छोटे विस्तार वाले मोनैडनॉक की तुलना में एक विस्तृत किन्तु मन्द ढाल वाले मैदान में आपेक्षिक उच्चावचन का मान अधिक हो सकता था।

अन्त में, राइज़ तथा हेनरी ने बड़ी मापनी के धरातलीय मानचित्र को छोटे प्रदेशों में विभाजित किया, जिनमें प्रत्येक में समोच्च रेखाओं के समान मानक अंतराल थे, अर्थात प्रति मील क्षैतिज अन्तर के समोच्च रेखाओं की संख्या समान थी। चुने हुए संवर्गों की संख्या छः थी, जो 50 फ़ुट प्रति मील से कम, 50 से 100 फ़ुट, और इसके बाद 100 फ़ुट के अंतरालों पर 500 फ़ुट तक, और उससे अधिक के ढालों को प्रदर्शित करती थी। मानक समोच्च रेखा अंतरालों की एक क्षैतिज मापनी बनायी गयी, जिससे कि विभाजनी की सहायता से मानचित्र की मापनी पर समोच्च रेखाओं की प्रति मील संख्या की जाँच हो सकती थी, तथा सावधानीपूर्ण निरीक्षण से ढाल का संवर्ग निश्चित किया जा सकता था। जब बड़ी मापनी के मानचित्रों पर ये छः संवर्ग सीमांकित कर दिये गये तब उनकी सीमाओं को राज्य के छोटी मापनी के मानचित्र पर स्थानान्तरित किया गया और छः रंगों में रंग दिया गया। ऊपर संदर्भित स्थान पर मानचित्र के दक्षिणी भाग को पुनरुत्पादित किया गया है।[1]

---

1. इस विधि के दो प्रयोगों का उल्लेख किया जा सकता है :
   (क) R. B. Batchelder ने स्मिथ के तथा राइज़ और हेनरी के, दोनों तरीकों का प्रयोग एक ही क्षेत्र पर किया और अपने परिणामों की तुलना 'Application of Two Relative Relief Techniques to an area of Diverse Landform : A Comparative Study', *Surveying and Mapping*, अंक 10, पृ० 110-18 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1950) में प्रस्तुत की है। चुना हुआ क्षेत्र पगेट साउन्ड से पूर्व की ओर कास्केड रेंज के पार कोलम्बिया प्लेटो तक विस्तृत है। इन्होंने दावा किया कि इस विशेष क्षेत्र में स्मिथ की विधि वृहत स्थलरूपों पर बल देती थी अर्थात उनका विस्तार, संततता तथा अन्तर्सम्बन्ध। राइज़ तथा हेनरी द्वारा निकाली गयी विधि गौण लक्षणों

डब्ल्यू० कैलेफ़ तथा आर० न्यूकूम ने इलीन्वाय का औसत ढाल मानचित्र बनाया,[1] जिसमें राइज़ तथा हेनरी की विधि के सामान्य सिद्धान्तों को अपनाया गया था, किन्तु मानक समोच्च रेखा अंतरालों के क्षेत्रों को सीमाबद्ध करने के बजाय वेन्टवर्थ समीकरण का उपयोग किया गया था (देखिये पृ० 120-1)। ढाल के चार वर्गों (1 प्रतिशत से कम, 1 से 5 प्रतिशत, 5 से 9 प्रतिशत, और 9 प्रतिशत से अधिक) को सीमांकित किया तथा पृथक रंगों में रंगा गया था।

विद्यार्थी को चाहिये कि जिस क्षेत्र का उच्चावचन बहुत अधिक विविध न हो उसका एक-इंच या 1 : 25,000 वाला आर्डनेन्स सर्वे मानचित्र लेकर इस विधि के उपयोग का प्रयत्न करे। चित्र 38 में यह कार्य उसी क्षेत्र (डारकिंग के पड़ोस) को लेकर किया गया है जो चित्र 37 में चुना गया था। पहिले मानचित्र की सावधानीपूर्वक जाँच की गयी और अध्यारोपित अनुरेखण कागज़ पर उन क्षेत्रों की सीमाएँ बनाई गयीं जिनमें मोटे तौर पर समोच्च रेखाओं की सघनता समान थी; एक समोच्च रेखा-मापनी, जैसी कि चित्र 40 में दिखलायी गयी है, सहायक सिद्ध हुई। इसके पश्चात मानचित्र पर विस्तारपूर्वक कार्य किया गया तथा

को अधिक बारीकी के साथ दर्शाती थी, किन्तु उसमें वृहत सम्बन्धों को अस्पष्ट कर देने की प्रवृत्ति थी।

(ख) G. B. Cressey ने 'The Landforms of Chekiang, China', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 28, पृ० 259-76 (लंकास्टर, पे०, 1938) में चाइनीज़ जनरल स्टाफ़ श्रेणी, 1 : 100,000 के 118 मानचित्रों को 2,500 मील के प्रारम्भिक क्षेत्र सर्वेक्षण की सहायता से ढाल के रूप में धरातल के विन्यास के मात्रात्मक अध्ययन का विश्लेषण किया था। इन्होंने निम्नलिखित पाँच संवर्गों में प्रभेद किया था :

	50 मीटर के अंतराल पर समोच्च रेखाओं का अंतराल		ढाल
(i) तटीय समतल भूमि	शून्य	समतल।	0 से 2°
(ii) आन्तरिक निम्न भूमि	5 मि०मी० या अधिक दूर	1° से 5°	($\frac{1}{100}$ से $\frac{1}{10}$)
(iii) ऊर्मिल पहाड़ियाँ	2 6 मि० मी० दूर	4° से 10°	($\frac{1}{12}$ से $\frac{1}{4}$)
(iv) पर्वत भूमि	1 2 मि० मी० दूर	10° से 25°	($\frac{1}{4}$ से $\frac{1}{2}$)
(v) अतिप्रवण भूमि	1 मि० मी० या कम	20° और अधिक	($\frac{1}{2}$ तथा और तीव्र)

फलस्वरूप मिले आँकड़ों को 1:400,000 मापनी के आधार पर मानचित्र पर आलिखित किया और, छायाकरण की पाँच कोटियों के साथ, एक वलित मानचित्र के रूप में *Annals* में पुनरुत्पादित किया था।

1. W. Calef तथा R. Newcomb, 'An Average Slope Map of Illinois', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 43, पृ० 304 16 (लंकास्टर, पे०, 1953)। इस लेख का एक महत्वपूर्ण लक्षण यह है कि लेखकों ने विधि तथा परिणाम का वस्तुनिष्ठता, दक्षता तथा उपयोगिता के विषय में सावधानीपूर्ण मूल्य निर्धारण किया है।

क्षेत्रों की सीमाओं को आवश्यकतानुसार रूपांतरित किया गया। अन्त में ढाल के संवर्गों को चुना गया, घनत्व छायाकरण की एक प्रणाली (system) चुनी गयी, और विविध प्रदेशों को उसके अनुसार रंगा गया। स्पष्ट है कि क्षेत्रों की सीमाएँ बनाना ही इस विधि का श्रमपूर्ण तथा क्रान्तिक अंश था और व्यक्तिगत निर्णय पर बहुत कुछ निर्भर करता था।

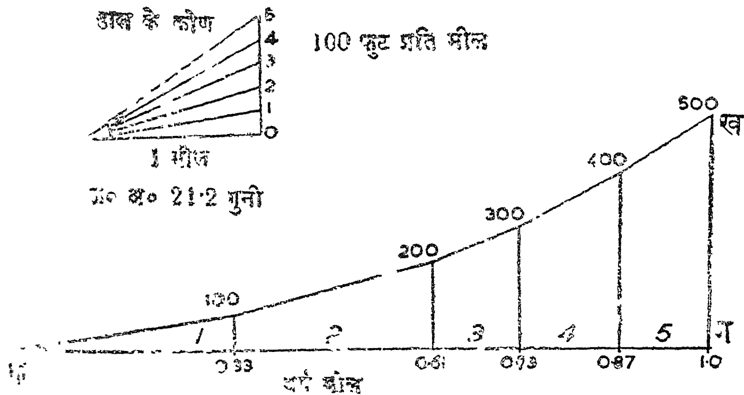
स्थल ढाल गुणांक (Coefficient of Land Slope) राइज़ ने परिशुद्ध 'स्थल ढाल गुणांक' ज्ञात करने की एक विधि विकसित की है, तथापि यह एक अत्यन्त परिश्रमी प्रक्रिया है।[1] मानचित्र को यथोचित आकार के कुछ आयतों से ढक दिया जाता है; ढाल जितना अधिक एक रूप हो, ये आयत उतने ही अधिक बड़े हो सकते हैं। ऊपर जैसे कि औसत ढाल मापनियों के विषय में वर्णन किया गया है, समोच्च रेखाओं को गिनकर प्रत्येक आयत को ऐसे क्षेत्रों में बाँटते हैं जिनमें से हर एक में ढाल एक समान होता है (100 फ़ुट प्रति मील से कम, 100 से 200 फ़ुट प्रति मील, इत्यादि)। फिर प्रत्येक संवर्ग के क्षेत्रफल को प्लैनीमीटर से नापते हैं। आयत के कुल क्षेत्रफल की समानुपातिक लम्बाई की एक रेखा खींचते हैं, और इस रेखा पर बायें ओर शून्य से आरम्भ करके मापनी के अनुसार प्रत्येक संवर्ग में क्षेत्रफल को विन्दुओं के रूप में आलेखित करते हैं। इसके बाद 100 फ़ुट, 200 फ़ुट और इसी प्रकार अधिकतम ऊर्ध्वाधर ऊँचाई प्रति मील ढाल के संगत कोण पर रेखाओं की एक श्रेणी खींचते हैं; चित्र 41 में अधिकतम ढाल 500 फ़ुट प्रति मील है। ढाल में प्रत्येक परिवर्तन क्षैतिज मापनी के उस विन्दु से ऊर्ध्वाधर ऊपर पाया जाता है, जो उस समोच्च रेखा विशेष को दर्शाता है। समतल चित्र **क ख ग** का क्षेत्रफल जिस आयत के लिए उसे बनाया गया है, उसका ढाल गुणांक बतलाता है। इसके परिकलन के लिए, प्रत्येक समतल चतुर्भुज का, जो कि दो आसन्न लम्बों, क्षैतिज रेखा तथा ढाल के कोण की रेखा से बना है, इन्हें आलेखी विधि से नापकर साधारण ज्यामिति के द्वारा परिकलन करते हैं, और फिर पाँचों परिणामों को जोड़ देते हैं। स्पष्ट है कि पूर्णतः समतल स्थल का गुणांक शून्य होगा। जब मानचित्र पर के प्रत्येक आयत के लिए गुणांक को निश्चित कर चुकें तब प्रत्येक मान को प्रत्येक आयत के ज्यामितीय केन्द्र पर आलेखित कीजिए और समान गुणांकों वाले विन्दुओं से सममान रेखा खींचिये, अथवा उन्हें सामान्य विधि से अन्तर्वेशित कीजिये।

ए० एच० राबिंसन की ढाल विश्लेषण विधि

ए० एच० राबिंसन[2] ने क्षेत्रीय ढाल के आँकड़ों से एक मात्रात्मक परिशुद्ध उच्चावचन मानचित्र तैयार करने की एक विधि निकाली थी। उन्होंने अपने मानचित्र को 0.01 वर्ग मील क्षेत्रफल वाले वर्गों के रेखाजाल से ढक दिया था। प्रत्येक वर्ग का

1. E. Raisz, *General Cartography*, पृ० 278 (दूसरा संस्करण, न्यू यार्क, 1948)।
2. A. H. Robinson, 'A Method for Producing Shaded Relief from Areal Slope Data', *Surveying and Mapping*, अंक 8, (वाशिंगटन, 1948)।

औसत ढाल अनुमानित किया गया और उसके अन्दर प्रति अंश औसत ढाल के एक विन्दु आलेखित किया गया। प्रत्येक वर्ग में विन्दुओं को सममिततः न रख कर, स्थलाकृतिक मानचित्र की समोच्च रेखाओं तथा आसन्न विन्दुओं के संदर्भ में उनकी स्थिति इस प्रकार निश्चित की गयी कि कुछ संततता का रूप उत्पन्न हो सके। अतः सैद्धान्तिक रूप में, और इस प्रकार परिशुद्ध जानकारी के लिए, विन्दुओं को गिना जा सकता है, और साथ ही उनके घनत्व को देख कर अच्छा चाक्षुण प्रभाव उत्पन्न होता है।



चित्र 41—स्थल ढाल का गुणांक

ममतल चित्र क ख ग का क्षेत्रफल मानचित्र के जिस भाग (जिसे स्वेच्छा से एक आयत चुना गया है) के लिए बनाया गया है, उसके ढाल का गुणांक बतलाता है।

प्रकाश तथा छाया के प्रभावपूर्ण चाक्षुण विपर्यास उत्पन्न करने के लिए विन्दु के आकार का चुनाव सावधानी के साथ होना चाहिये। वास्तव में प्रत्येक वर्ग के औसत ढाल का अनुमान करना ही मुख्य समस्या है। स्पष्ट है कि, जैसा राबिंसन ने बतलाया है, औसत ढाल की रेखा के आर-पार चंक्रमण करते हुए स्थल पर तल-मापन करना सबसे परिशुद्ध तरीका है। उन्होंने जे० ए० बार्न्स के बनाये हुए एक जटिल सूत्र का उद्धरण दिया है जिसके फलस्वरूप एक सारणी तैयार की गयी, जिससे प्रत्येक वर्ग में परिकलक के द्वारा समोच्च रेखाओं की संख्या गिनना, औसत ढाल का कोण पढ़ना और इस तरह से विन्दुओं की गिनती निश्चित करना संभव हो गया।

विद्यार्थी को विस्तृत सूत्रों के द्वारा ढाल के परिकलन की बारीकियों में जाने की आवश्यकता समझे बिना, इस विन्दु विधि के प्रभाव को उत्पन्न करने का प्रयास करना चाहिये। प्रत्येक वर्ग की जाँच कीजिये, समोच्च रेखाओं के निरीक्षण से वर्ग की औसत प्रवणता का अनुमान लगाइये और उसे ढाल के अंशों में बदल दीजिये (देखिये पृ० 117)।

पिछले दो तरीकों में जिस क्षेत्र का उपयोग किया गया है, उसी पर इस विधि को भी कार्यान्वित किया गया है (चित्र 39)। आधार मानचित्र की मापनी 1:25,000 थी और प्रत्येक आधे अंश के लिए एक विन्दु का उपयोग किया गया।

ए० एन० स्ट्रैलर की ढाल विश्लेषण विधियाँ

कोलम्बिया विश्वविद्यालय के ए० एन० स्ट्रैलर ने अपने शब्दों में, "डेविस के गुणात्मक (qualitative) कथनों के स्थान पर मात्रात्मक कथनों को प्रस्तुत करने" के लिए ढाल विश्लेषण की समस्या पर कई वर्षों तक खोज की है।[1] उन्होंने राइज़ तथा हेनरी के वर्णमात्री मानचित्रों के बजाय सममान रेखाओं का उपयोग करते हुए, 1956 में दो नये प्रकार के ढाल मानचित्र[2] प्रकाशित किये थे। स्थल पर एबनी लेविल के उपयोग से ढाल-मानों को ज्ञात करके अथवा पर्याप्त मापनी के मानचित्र से उन्हें आकलित करके, मूलत: बहुत बड़ी संख्या में आलेखित किया जाता है। इसके बाद स्पर्शज्या तथा ज्या (sine) फलनों को आलेखित करते हैं, और सममान रेखाओं {क्रमश: समस्पर्शज्याओं (isotangents) तथा समज्याओं (isosines)} की एक श्रेणी अन्तर्वेशित की जाती है। इसके बाद एक और विकास हुआ कि प्लैनीमीटर की सहायता से उत्तरोत्तर समस्पर्शज्याओं तथा समज्याओं के बीच के क्षेत्रों को नापा गया और इस प्रकार एक प्रतिशत वारंवारता वितरण तैयार किया गया जिससे कि एक आयत चित्र बनाया जा सकता है।

जे० आई० क्लार्क तथा के० आरेल ने इस विधि को अपर टीसडेल के एक क्षेत्र में प्रयोग करते हुए संक्षेप में बतलाया है।[3] इसमें एक ग्रिड पर 20 फ़ुट के अंतरालों पर स्थानीय-ऊँचाइयों को लेविल के द्वारा ज्ञात करते हुए समोच्च रेखाएँ बनाई गयीं तथा स्थल पर 2 फ़ुट के अंतराल पर समोच्च रेखाओं को अन्तर्वेशित किया गया। ढाल के कोण का माप ऐबनी लेविल के द्वारा पहिले 20 फ़ुट के ग्रिड पर और फिर ढाल के भंग होने के सार्थक स्थानों पर किया गया। तथापि, इन्होंने इस बात पर बल दिया है कि "प्रयोगशाला में बड़ी मापनी के समोच्च रेखा मानचित्रों से बनाये गये समज्या तथा समस्पर्शज्या मानचित्रों की तुलना में इस विधि के द्वारा अधिक परिशुद्ध मानचित्र बन सकने संभव नहीं है। पहिली विधि में बहुत कम समय भी लगता है।" चार मानचित्र प्रकाशित किये गये थे जिनमें से

1. इनके कार्य के उदाहरणों में निम्नलिखित सम्मिलित हैं : (i) 'Davis' Concepts of Slope Development viewed in the Light of Quantitative Investigations', *Annals of the Association of American Geographers'*, अंक 41, पृ० 209 (Ann Arbor, 1950–1); (ii) 'Dimensional Analysis in Geomorphology', *Abstract*, *Bulletin of the Geological Society of America*, अंक 64, पृ० 1479-80 (न्यूयार्क, 1953); (iii) 'Equilibrium Theory of Erosional slopes approached by Frequency Distribution Analysis', *American Journal of Science*, अंक 248, पृ० 673-96, 800-14 (न्यू हैवेन, कने०, 1950); (iv) 'Statistical Analysis in Geomorphic Research', *Journal of Geology*, अंक 62, पृ० 1-25 (शिकागो, 1954)।
2. A. N. Strahler, 'Quantitative Slope Analysis', *Bulletin of the Geological Society of America*, अंक 67, पृ० 571-96 (न्यू यार्क, 1956)।
3. J. I. Clarke तथा K. Orrell, उ० ग्र० (1958)।

एक सर्वेक्षण की हुई समोच्च रेखाओं का था, दूसरा ढाल विश्लेषण के राइज़ तथा हेनरी के तरीके से तैयार किया गया था (देखिये पृ० 124) और एक-एक मानचित्र स्ट्रैलर की विधि से समज्याओं तथा समस्पर्शज्याओं का था। क्लार्क तथा आरेल का निष्कर्ष है कि "यदि विश्वसनीय समोच्च रेखाएँ उपलब्ध हों और भू-भाग की घनिष्ट जानकारी हो तो, लेखकों की राय में, राइज़ तथा हेनरी की विधि से ढाल का विश्लेषण और भी अधिक संतोषजनक हो सकता है। तथापि, जिस भू-भाग का अन्वेषण करना हो, उसकी व्यक्तिगत जानकारी पर बहुत कुछ निर्भर करता है और इस तरह से एक पूर्णतः व्यक्तिनिष्ठ कारक के साथ परिशुद्धता का प्रत्यक्ष सम्बन्ध है।"

ढाल-क्षेत्र मानचित्र

ओ० एम० मिलर, "अधिक ऊँचाइयों पर तथा अधिक गति से संपर्क उड़ान करने के काम आने वाले छोटी मापनी के वैमानिकीय चार्टों पर उच्चतादर्शी (hypsometric) रंगाई या तिरछे पर्वतीय छायाकरण से किसी और अच्छे तरीके के द्वारा उच्चावचन के प्रतिरूप को दिखलाने के कार्य में लगे रहे हैं।"[1] इन्होंने इस ढाल-क्षेत्र विधि का सुझाव पहिले 1951 में दिया था,[2] और फिर संदर्भित लेख (1960) में इसे विकसित किया। इनका उद्देश्य था कि ऊँचाई के बजाय ढाल पर बल दिया जाय। धरातल को उत्तरोत्तर ढाल के अंशों के क्षेत्रों की एक श्रेणी में बाँटा जाय और इन क्षेत्रों को स्पष्ट किन्तु हल्के रंगों से दिखलाया जाय। इन्होंने पहाड़ी के पार्श्व के विकास में ढाल के चौहरे तत्वों वाली ए० वुड की संकल्पना को अपनाया है:[3] अर्थात इनका 'वर्द्धमान' ढाल (waxing slope), 'मुक्त पार्श्व' (free face), 'स्थिर ढाल' तथा 'क्षीयमाण ढाल' ('waning slope')। इन्होंने ढाल के विविध गणितीय फलनों का परीक्षण किया और (1 — कोज्य a), a, ज्या a तथा $\sqrt{\text{ज्या } a}$ के परिसरों का परिकलन किया, जब कि a ढाल का कोण हो; चार बराबर भागों में बाँटने पर $\sqrt{\text{ज्या } a}$ फलन के मान 3°35′, 14°24′, 34°14′ तथा 90°00′ होते हैं और इस प्रकार चार क्षेत्र (0° से 3°35′, 3°35′ से 14°24′, आदि) बनते हैं, जो कि वड के ढाल तत्वों के कई महत्वपूर्ण पक्षों से मिलते हैं।

इसके पश्चात् दर्शाने वाले क्षेत्र के 1 : 62,500 मापनी के समोच्च रेखा मानचित्रों को रखकर उन्हें एक पारदर्शी आवरण से ढक दिया गया। इन्होंने विभिन्न ढालों की सीमाओं

---

1. O. M. Miller तथा C. H. Summerson, 'Slope-Zone Maps', *Geographical Review*, अंक 50, पृ० 196 (न्यू यार्क 1960)।
2. O M. Miller, 'Relief on Maps and Models : Some Conclusions and a Proposal', *The Ohio State University Research Foundation, Mapping and Charting Research Laboratory, Technical Paper*, सं० 151 (कोलम्बस, ओहायो 1951)।
3. A. Wood, 'The Development of Hillside Slopes', *Proceedings of the Geologists' Association*, अंक 53, पृ० 128-40 (लन्दन, 1942)।

पर समोच्च रेखाओं के अंतरालों के मार्ग दर्शक नमूनों का उपयोग करते हुए ढाल क्षेत्रों की सीमाएँ बनायीं।[1] संग्रह पत्रकों को एकत्रित किया, तथा फ़ोटो विधि से 1:250,000 की मापनी पर लघुकरण किया गया और समतल धूसरी-भूरे रंगों की चार क्षेत्रीय कोटियों का प्रयोग किया गया। पेंसिलवेनिया के विलियम्सपोर्ट क्षेत्र के अन्तिम मानचित्र में (जो कि **ज्याग्रैफिकल रिव्यू** के 1960 के अंक में प्रकाशित हुआ था) अपवाह प्रतिरूप को नीले रंग में, सड़कों और नगरों को बैंगनी रंग में तथा हवाई मैदानों को भूरे रंग में सम्मिलित कर दिया गया था। उसी मूल स्रोत से न्यू यार्क, न्यू जर्सी तथा पेंसिलवेनिया के कुछ भाग को दर्शाने वाले एक अन्य मानचित्र का संकलन किया गया, किन्तु उसे 1 : 20 लाख की मापनी पर लघुकृत भी कर दिया गया। प्रत्येक की छवि बहुत स्पष्ट तथा प्रभावपूर्ण है।

मापनी के इस लघुकरण के विषय में, मिलर कहते हैं कि क्षेत्रीय प्रतिरूपों का लघुकरण, बारीकियों के ह्रास तथा सामान्यीकरण के बिना किया जा सकता है, जब कि किसी समोच्च रेखा मानचित्र के लघुकरण में प्रायः ऊर्ध्वाधर अंतराल की वृद्धि तथा कुछ सामान्यीकरण होता है, जिससे कि उच्चावचन को बारीकियों का कुछ ह्रास होता है।

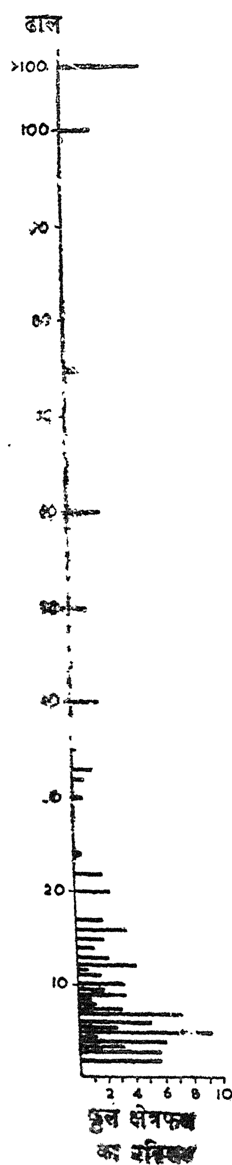
ढाल विश्लेषण की अन्य विधियाँ

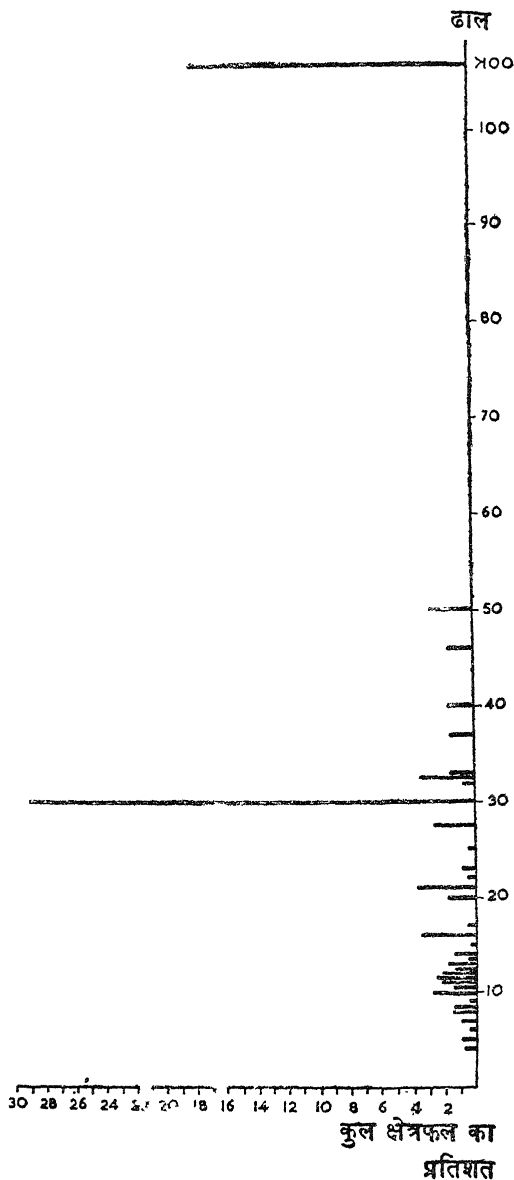
स्थल के ढाल से सम्बन्धित अन्य परिष्करण किये जा सकते हैं। किसी ग्रिड-आच्छादित मानचित्र पर प्रत्येक वर्ग के लिए किसी भी ढाल-विशेष का परिकलन किया जा सकता हैं, तथा सममान रेखाएँ बनायी जा सकती हैं। उदाहरण के लिए जिन्हें राइज़[2] ने **समभूमि अनुपात** (*flatland-ratio*) मानचित्र कहा है उन्हें किसी दिये हुए निर्णायक ढाल से **नीचे** की भूमि का प्रत्येक वर्ग में प्रतिशत परिकलन करके तथा इन मानों को आलेखित करके, और फिर सममान रेखाएँ बना कर निर्मित किया जा सकता है। यदि किसी अनुपात मानचित्र को आवश्यक समझा जाय तो किसी क्रांतिक संख्या से कम ढाल वाले क्षेत्रों का सीमांकन करके और फिर उनका छायाकरण करके एक **परम सम भूमि मानचित्र** सरलता से बनाया जा सकता है।

एक अन्य विस्तृत विधि है जिसमें पहाड़ियों की परिच्छेदिका के लिए चित्रात्मक प्रतीकों का उपयोग किया जाता है; इनकी ऊँचाइयों को आपेक्षिक उच्चावचन की संख्या के समानुपातिक तथा आधारों को औसत ढाल के समानुपातिक बनाते हैं। मानचित्रों पर ये प्रतीक वितरित होते हैं, और बहुत सुस्पष्ट उच्चावचन वाले भूभाग में उनसे बहुत स्पष्ट आभास मिलता है।

---

1. J. B. P. Angwin, 'A Small-scale Portrayal of Relief Patterns by Slope Zones', *The Ohio State University Researeh Foundation Mapping and Charting Research Laboratory, Technical Paper* सं० 204 (कोलम्बस, ओहायो, 1956)।
2. E. Raisz, *General Cartography* (दूसरा संस्करण, न्यू यार्क 1948)।


मोनीनट वाटर
ढाल
>100
100
20
10
2 4 6 8 10
कुल क्षेत्रफल का प्रतिशत


ब्लैकेडर वाटर
ढाल
>100
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
30 28 26 24 18 16 14 12 10 8 6 4 2
कुल क्षेत्रफल का प्रतिशत

भूमि-उपयोग के मानचित्रों में ढाल को साधारण तरीके से टूटी रेखाओं (ढाल के परिवर्तन को दर्शाती हुई) तथा तीरों से (ढाल की दिशा को बतलाते हुए) दिखलाया जा सकता है। उदाहरण के लिए, आर० एम० ग्लेंडिनिंग[1] ने इन ढाल के प्रतीकों को ऐसे मानचित्र पर अध्यारोपित किया है जिन पर मिट्टी के कटाव के प्रभाव को रंगों के द्वारा तथा भूमि-उपयोग की कोटियों को सूचकांकों के द्वारा भी दिखलाया गया है। ढाल को अंशों में दर्शाने वाली संख्या को तीर के पास रखा जा सकता है; यह किसी भूवैज्ञानिक मानचित्र पर स्तरों के नमन से सम्बन्धित जानकारी के सदृश है।

ऐसे मामले में जहाँ ढाल के संवर्ग निर्धारित किये जा चुके हैं, प्रत्येक संवर्ग के क्षेत्रफल को माप कर तथा फिर उसे कुल क्षेत्रफल के प्रतिशत के रूप में व्यक्त करके और उपयोगी सूचना प्राप्त की जा सकती है। किसी भौतिक एकता वाले क्षेत्र के लिए, जैसे कि नदी का बेसिन है, ऐसा कार्य किया जा सकता है। यदि ग्राफ़ों की एक श्रेणी बनायी जाय, तो इसके फलस्वरूप, संग्रहण क्षेत्रों, वाह तथा बाढ़ की प्रवृत्तियों इत्यादि के विश्लेषण की सहायता के लिए कुछ असाधारण आँकड़े उत्पन्न हो सकते हैं (चित्र 42)।

सम्मिलित प्रविधियाँ : धरातलीय विन्यास में तत्वों के किसी विशेष संबन्ध को चित्र द्वारा समझाने के लिए विविध तरीकों को संचय में प्रयोग किया जा सकता है। एफ० ई० इलियट[2] ने एक ही मानचित्र पर ढाल तथा आपेक्षिक उच्चावचन को दर्शाने की एक प्रविधि विकसित की थी। इन्होंने एक मानचित्र आयत पर $2\frac{1}{2}$ मिनट के वर्ग का ग्रिड रखा तथा प्रत्येक के लिए आपेक्षिक उच्चावचन की संख्या निश्चित की (देखिये पृ० 123); फिर उन्होंने जी० एच० स्मिथ के तरीके को सामान्य रूप से अपनाते हुए, किन्तु जहाँ कहीं ढाल में स्पष्ट भंग आते थे वहाँ इस विधि से पृथक रहते हुए कुछ अंशों में व्यक्तिनिष्ठता उत्पन्न करके आपेक्षिक उच्चावचन के आयाम को दिखलाने के लिए सममान रेखाएँ बनाईं।

---

1. R. M. Glendinning, 'The Slope and Slope-Direction Map', *Michigan Papers in Geography*, अंक 7 (ऐन आरबर, मिशि०, 1937)।
2. F. E. Elliott, 'A Technique of presenting Slope and Relative Relief on one Map', *Surveying and Mapping*, अंक 13, पृ० 473-8, (वाशिंगटन, डी० सी०, 1953)।

← चित्र 42—ढालों का स्तंभी आरेख

ए० टी० ए० लियरमांथ के द्वारा, 'The floods of 12th August, 1948, in South-east Scotland' में संग्रहित {पाण्डुलिपि के रूप में परिसंचारित (circulated), 1951}।

दण्डों के द्वारा मानीनट तथा ब्लैकैडर (ट्वीड की शाखाओं) के संग्रहण क्षेत्र के एक निश्चित ढाल (1/10, 1/20 आदि, जैसा कि ऊर्ध्वाधर मापनी पर दिखलाया गया है) का कुल संग्रहण क्षेत्र में प्रतिशत को दिखलाया गया है, और इस प्रकार से एक ही झलक में दोनों नदी बेसिनों के विन्यास की तुलना करना संभव है।

फिर उन्होंने क्षैतिज रेखांकन के द्वारा चार संवर्गों का छायाकरण किया। दूसरे, उसी समोच्च रेखा मानचित्र के आधार को लेते हुए तथा विभाजनी के द्वारा समोच्च रेखा-वारंवारता अंतरालों को नापने में राइज़-हेनरी के तरीके का उपयोग करते हुए उन्होंने ढाल के संवर्गों में प्रभेद किया तथा तीन संवर्गों का खड़ी रेखाओं के द्वारा छायाकरण किया। जब दोनों मानचित्रों का अध्यारोपण किया गया तो संवर्गों के दो सेटों के संचय के फलस्वरूप बारह मिश्र ढाल तथा आपेक्षिक उच्चावचन के प्रदेश उत्पन्न हुए जो स्पष्ट है कि क्रास छायाकरण की कोटियों से प्रभेदित थे; इनका टूटी रेखाओं से सीमांकन किया गया था।

क्षेत्रफल-ऊँचाई आरेख

क्षेत्रफल तथा ऊँचाई के परस्पर सम्बन्ध को बतलाने के लिए विविध प्रकार के आरेखों का उपयोग किया गया है क्योंकि यह स्पष्टतः मौलिक भूआकृतिवैज्ञानिक रुचि की बात है। तथापि, क्लार्क तथा आरेल[1] ने इनका एक अच्छा सार प्रस्तुत किया है : "···इन दो पक्षों को दिखलाने वाले सांख्यकीय तरीके कभी भी पूर्णतः संतोषजनक नहीं हुए हैं और प्रायः उनकी अशुद्ध व्याख्या की गयी है"।

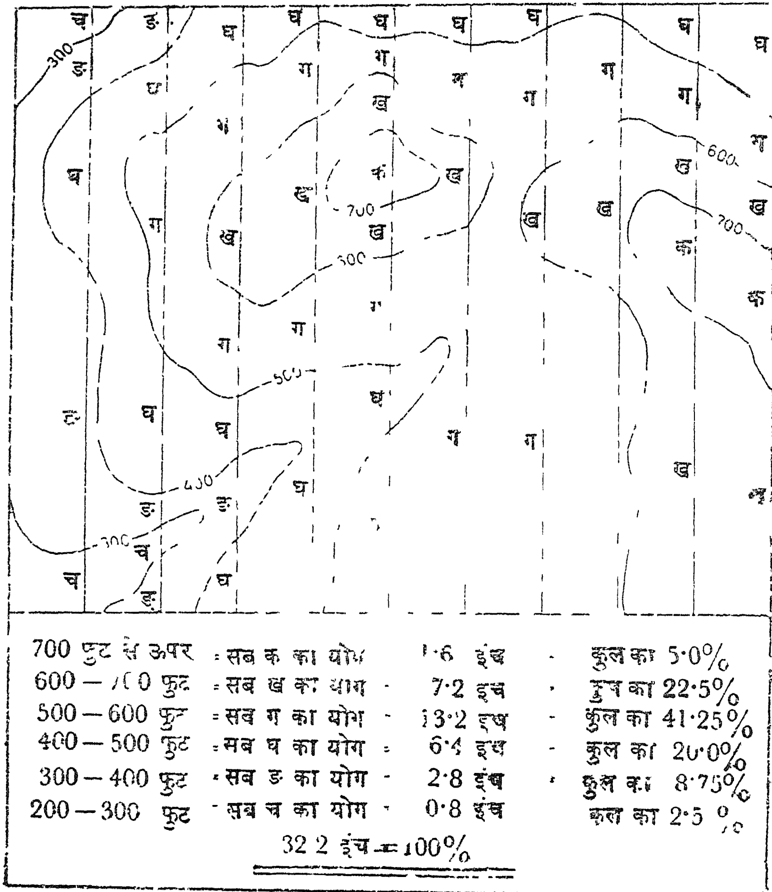
क्षेत्रफल–ऊँचाई वक्र, चुने हुए समोच्च रेखा अंतराल पर निर्भर रहते हुए दो आसन्न समोच्च रेखाओं के मध्य की भूमि का वास्तविक क्षेत्रफल दर्शाता है। आम तरीका यह है कि प्लैनीमीटर की सहायता से दो समोच्च रेखाओं के बीच के वास्तविक क्षेत्रफल की माप की जाती है (देखिये पृ० 70), और इस क्रिया को आमतौर से दो, तीन बार दोहराते हैं जिससे कि एक औसत मान का उपयोग किया जा सके; यह अत्यन्त परिश्रमी कार्य है।[2]

एक प्रकार के क्षेत्रफल-ऊँचाई वक्र में ऊँचाई की ऊर्ध्वाधर मापनी फ़ुट में तथा क्षेत्रफलों की क्षैतिज मापनी (वर्ग मीलों में) बनाते हैं। समोच्च रेखाओं के प्रत्येक उत्तरोत्तर जोड़े के बीच के क्षेत्रफल के समानुपातिक लम्बाई के स्तम्भ बनाये जाते हैं जो कि संबन्धित ऊर्ध्वाधर ऊँचाई मापनी के सामने होते हैं। अथवा, जैसा कि और भी अधिक होता है, क्षैतिज मापनी को परम क्षेत्रफलों की इकाइयों में न बनाकर, कुल क्षेत्रफल में प्रत्येक समोच्च रेखा-जोड़े के बीच के क्षेत्रफल को प्रतिशत में व्यक्त कर सकते हैं। विन्दुओं को ऊर्ध्वाधर ऊँचाई-मापनी के सामने (उदाहरण के लिए, 400 से 500 फ़ुट के क्षेत्र को 450 फ़ुट विन्दु के सामने) इस प्रकार आलेखित करते हैं कि वे क्षैतिज मापनी पर सम्बन्धित प्रतिशत के सामने होते हैं, और फिर इन विन्दुओं को सीधी रेखाओं से जोड़ कर एक संतत वक्र बना देते हैं।

---

1. J. I. Clarke तथा K. Orrell, उ० ग्र० (1958)।
2. एक संभव विकल्प (यद्यपि एफ़० जे० एम० तथा एच० आर० डब्ल्यू० मानते हैं कि उन्होंने न तो इसका कभी प्रयास किया है और न ही इसकी संभावना है) व्यावहारिक कहा जाता है, जिसमें मानचित्र को सार्थक समोच्च रेखाओं पर काट दिया जाता है और फिर एक सी अंतराल पट्टियों के समूहों को एक सूक्ष्म मरोड़ तुला (delicate torsion balance) में तौल लेते हैं और इस प्रकार क्षेत्र-फलों का परिकलन कर लिया जाता है।

ए० ए० मिलर ने बिना प्लैनीमीटर से माप किये हुए क्षेत्रफल के नापने के एक अन्य तरीके का वर्णन किया है।[1] यह कार्य अर्ध-यादृच्छिक प्रतिचयन (Quasi-random sampling) के द्वारा किया जाता है। जिस क्षेत्रफल को नापना हो उस पर समांतर रेखाएँ खींच दी जाती हैं। बारी-बारी से प्रत्येक रेखा को लेते हुए चुनी हुई समोच्च रेखाओं के प्रत्येक जोड़े के बीच अंत:खण्डों की लम्बाई को नापते हैं, तथा लम्बाइयों को स्तम्भो में लिखते हैं और योग करके सभी रेखाओं के लिए समोच्च रेखाओं के प्रत्येक जोड़े के बीच के योग निकाल लिए जाते है (चित्र 43)। प्रत्येक जोड़े के बीच के अत:खण्डो के योग को आच्छा-



चित्र 43—अत:खण्ड (intercept) की लम्बाई से क्षेत्रफल का अनुमान करना A. A Miller, *The Skin of the Earth*, पृ० 65-70 (लन्दन, 1953) पर आधारित।

1. A. A. Miller, *The Skin of the Earth*, पृ० 65-70 (लन्दन, 1953)।

दित क्षेत्रफल के समानुपातिक माना जा सकता है और इन योगों को ऊर्ध्वाधर ऊँचाई मापनी के सम्मुख आलेखित किया जा सकता है ।

स्पष्ट है कि समांतर रेखाओं की स्थिति अर्थपूर्ण है । न थकने वाले जी०आई० क्लार्क तथा के० आरेल ने गोज़ो तथा ग्यूर्न्सी के द्वीपों के लिए क्षेत्रफल-ऊँचाई आरेख तैयार किये थे,[1] जिसमें प्रत्येक के लिए प्लैनीमीटर विधि का उपयोग किया गया और इस अभ्यास को कम से कम चार बार दोहराया गया, जिसमें गोज़ो के लिए 1 किलोमीटर की ग्रिड रेखाएँ और ग्यूर्न्सी के लिए 1000 गज की ग्रिड रेखाएँ रखी गयी थीं, और अंत:खण्डों की माप उत्तर-दक्षिण तथा पूर्व-पश्चिम दोनों ग्रिड रेखाओं के लिए की गयी थी और उसी प्रकार से प्रत्येक दिशा में मध्यवर्त्ती ग्रिड रेखा के लिए भी ऐसा किया गया । प्रत्येक द्वीप के लिए प्राप्त चित्रों को तुलना के लिए अध्यारोपित किया गया । सामान्य संगतता अच्छी थी, यद्यपि, उनके अपने शब्दों में, "बारीकी से जाँच करने पर भिन्नताएँ प्रगट होंगी जो दुस्साहसपूर्ण निष्कर्षों को हतोत्साहित करती हैं ।"

उच्चतादर्शी वक्र (Hypsometric Curves)

ऊपर वर्णित क्षेत्रफल-ऊँचाई वक्रों से मिलता जुलता उच्चतादर्शी वक्र {जिसे कभी-कभी स्थलाकृतिक (hypsographic) कहते हैं}, एक दिये हुए आधार तल से विभिन्न ऊँचाइयों या गहराइयों पर पाये जाने वाले धरातल के क्षेत्रफल को समानुपातिक रूप से दर्शाने के लिए प्रयोग किया जाता है । उदाहरण के लिए, यदि किसी द्वीप के लिए एक उच्चतादर्शी वक्र बनाना है तो पूरे क्षेत्रफल, 100 फ़ुट की समोच्च रेखा से घिरे हुए क्षेत्रफल, और फिर उत्तरोत्तर अधिक ऊँची समोच्च रेखाओं से घिरे हुए क्षेत्रफलों का सबसे ऊँचे विन्दु तक परिकलन कीजिए । एक कम परिशुद्ध तरीका यह है कि मानचित्र को बराबर दूरियों पर समांतर रेखाएँ खींचकर आच्छादित कर दीजिए और फिर समोच्च रेखाओं के विविध जोड़ों के बीच के अंत:खण्डों का योग निकालिये, जो कि क्षेत्रफलों के समानुपाती होते हैं ।

क्षेत्रफलों को वर्ग मीलों में दर्शाने के लिए एक सुविधाजनक क्षैतिज मापनी चुनिये जिसमें शून्य को बायीं ओर रखा जाय । समुद्र-तल से ऊँचाई दर्शाने के लिए आधार रेखा के बायीं ओर उपयुक्त अंतरालों की एक ऊर्ध्वाधर मापनी बनाइये । प्रत्येक क्षेत्रफल को उसके संगत समोच्च रेखा अंतराल के सामने आलेखित कीजिये और उसकी स्थिति को एक क्रास के द्वारा दिखलाइये तथा प्रत्येक विन्दु को एक निष्कोण वक्र से मिला दीजिए (चित्र 44) ।

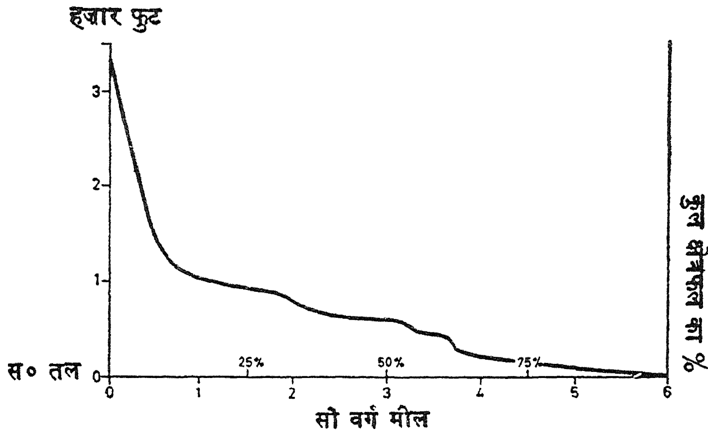
उच्चतादर्शी वक्र का उपयोग भौतिक एकता वाले किसी क्षेत्र के लिए, जैसे कि द्वीप के लिए, करना चाहिये, जिससे की तटीय मैदान, पठार तथा पर्वत श्रेणी या अपरदन चबूतरे का आपेक्षिक क्षेत्रफल प्रगट हो जाय । उदाहरण के लिए, एस० डब्ल्यू० वूलरिज ने आर्डनेन्स की आधी-इंच क्षेणी से परिकलन करके दक्षिण-पूर्वी इंगलैण्ड के विभिन्न भागों के लिए उच्चतादर्शी वक्रों की एक श्रेणी बनायी थी, जो 200 फ़ुट के 'चबूतरे' या समतलन

1. उ० ग्र० (1958), पृ० 9-13 ।

धरातल[1] को स्पष्ट रूप से दिखलाती है और के० एम० क्लेटन ने मध्य-ट्रेन्ट बेसिन के लिए एक श्रेणी बनायी थी।[2] नवीन वलित (folded) पर्वत (आल्प्स तथा पिरेनीज़) की प्राचीन गिरिपिण्डों (आरमोरिका तथा सेन्ट्रल मैसिफ़) के साथ तुलना के लिए ई० डी० मारतोन[3] ने भी उच्चतादर्शी वक्रों का उपयोग किया था।

प्रतिशत उच्चतादर्शी वक्र

एक वैकल्पिक तरीका यह है कि समोच्च रेखाओं के प्रत्येक विशेष जोड़े के बीच के क्षेत्रफल की माप को संदर्भित प्रदेश के कुल क्षेत्रफल के प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया जाय तथा ऐसी क्षैतिज मापनी बनायी जाय जैसी चित्र 44 में दिखलायी गयी है। इसी प्रकार से ऊर्ध्वाधर कोटि मापनी पर प्रतिशत के रूप में कुल ऊँचाई के साथ मानचित्र पर क्षेत्र के आधार तल से ऊपर किसी समोच्च रेखा की ऊँचाई के अनुपात को आलेखित करते हैं। आलेखित किये गये विन्दुओं से होकर एक वक्र खीचा जाता है।[4]

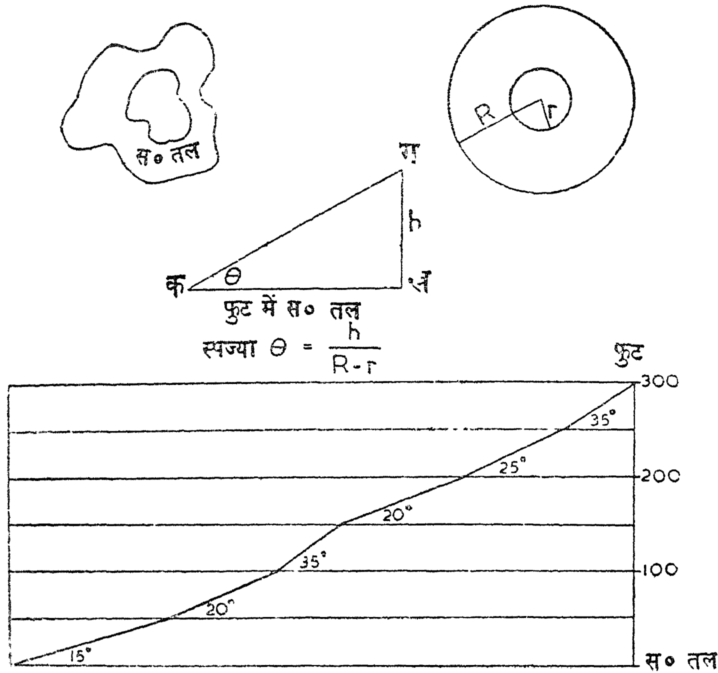


चित्र 44 —एक उच्चतादर्शी (hypsometric) वक्र

1. S. W. Wooldridge, 'The 200–Foot Platform in the London Basin', *Proceedings of the Geologists' Association*, अंक 39, पृ० 1-26 (लन्दन, 1928)।
2. K. M. Clayton, 'The Denudation Chronology of part of the Middle Trent Basin', *Transactions and Papers*, 1953 : *Institute of British Geographers*, सं० 19, पृ० 27 (लन्दन 1953)।
3. E. de Martonne, 'Morphometrie et Morphologie', *Annales de Géographie*, अंक 50, पृ० 24-54 (पेरिस, 1941)।
4. A. N. Strahler ने छोटे अपवाह बेसिनों का अध्ययन करने में इस विधि का उपयोग किया था, 'Hypsometric (Area–Altitude) Analysis of Erosional Topography', *Bulletin of the Geological Society of America*, अंक 63 पृ० 1117-42 (न्यू यार्क, 1952)।

प्रवणता वक्र (Clinographic Curves)[1]

प्रवणता वक्र किन्हीं दो समोच्च रेखाओं के बीच की औसत प्रवणता को चित्र के द्वारा समझाता है, तथा इन औसतों की एक श्रेणी को किसी एक ही वक्र के द्वारा व्यक्त करता है। अतः इसकी विशेषता है कि यह किसी भी क्षेत्र के सामान्य उच्चावचन में आकस्मिक परिवर्तन तथा भंग दोनों को दर्शाता है और इसके अतिरिक्त पठार जैसे एक-रूप क्षेत्रों को महत्व प्रदान करता है। साथ ही यह औसत प्रवणताओं, प्रत्येक प्रवणता का प्रतिशत विस्तार, तथा ढाल में परिशुद्ध भंगों को दिखलाता है। उच्चतादर्शी वक्र की तुलना में इस पर छोटे परिवर्तनों का अधिक प्रभाव पड़ता है और कुछ विषयों में यह कम भ्रमपूर्ण है।



चित्र 45—एक प्रवणता (Clinographic) वक्र
इस उदाहरण में समोच्चरेखा-अन्तराल 50 फ़ुट है।

दो उत्तरोत्तर समोच्च रेखाओं के बीच की भूमि के क्षेत्रफल की माप की जाती है। यदि समुद्रतल की समोच्च रेखा से घिरे हुए क्षेत्रफल को x वर्ग इंच से दर्शाया जाय और समुद्रतल तथा 100 फ़ुट की समोच्च रेखा के बीच का क्षेत्रफल y वर्ग इंच से प्रदर्शित हो, तो

1. J. I. Clarke, 'Morphometry from Maps', *Essays in Geomorphology* (ed. G.H. Dury) (प्रकाशनाधीन) में विविध प्रकार के प्रवणता वक्रों का एक विस्तृत तुलनात्मक अध्ययन किया गया है।

इन क्षेत्रों को उनके समान क्षेत्रफल वाले वृत्तों से, जिनकी त्रिज्याएँ क्रमशः R तथा r होंगी, दर्शाया जा सकता है, क्योंकि $x = \pi R^2$ तथा $y = \pi r^2$। R तथा r को इंचों में ज्ञात कीजिये तथा मापनी-कारक की सहायता से इन मानों को फ़ुट में बदल दीजिये। यदि एक समकोण त्रिभुज बनाया जाय जिसमें BC समोच्च रेखा-अन्तराल (h) के तुल्य हो तथा आधार AB त्रिज्याओं की लम्बाई का अन्तर $(R-r)$ दर्शाये, तो स्पर्शज्या सूत्र के उपयोग से कोण BAC (अर्थात ढाल के कोण) का परिकलन किया जा सकता है।[1] इसी प्रकार से समोच्च रेखाओं के प्रत्येक उत्तरोत्तर जोड़े के बीच के ढाल के कोण का परिकलन किया जा सकता है। फिर समोच्च रेखा-अन्तराल को ऊर्ध्वाधर घटकों (Components) की भाँति प्रयोग करके तथा प्रत्येक दो समोच्च रेखाओं के बीच के औसत ढाल वाले प्रत्येक खण्ड को शीर्ष से आरम्भ कर विभाजनी की सहायता से भरते हुए एक प्रवणता वक्र बनाया जा सकता है (चित्र 45)। यदि प्रवणता वक्र मन्द ढाल का है तो प्रत्येक कोण में एक स्थिर कारक की वृद्धि करके, ऊर्ध्वाधर अतिशयोक्ति उत्पन्न की जा सकती है।

तुलना के लिए उच्चतादर्शी तथा प्रवणता वक्रों को एक ही आरेख पर बनाना उपयोगी होता है; इनमें से प्रथम तो सम्बन्धित भूमि के क्षेत्रफल को और दूसरा समोच्च रेखाओं के प्रत्येक उत्तरोत्तर जोड़े के बीच के वास्तविक ढाल को दर्शायेगा। हैन्सन-लव ने एक ही आरेख में जर्सी द्वीप के उच्चतादर्शी वक्र को तथा (दस गुना बढ़ाकर) प्रवणता वक्र को अध्यारोपित करके इस बात को चित्र द्वारा समझाया है।[2] तुलनात्मक उच्चतादर्शी तथा प्रवणता वक्रों के महत्व का एक बड़ा असाधारण प्रयोग डब्ल्यू० जी० वी० बालचिन ने दिखलाया है, जिन्होंने इनको उत्तरी कार्नवाल के चार उप-प्रदेशों तथा पूरे क्षेत्र के लिए ज्ञात किया था।[3]

प्रोफ़ेसर एफ० डीबेनहैम ने एक अन्य तरीके का सुझाव दिया था।[4] इन्होंने ओपिसोमीटर (Opisometer) के उपयोग से प्रत्येक समोच्च रेखा की वास्तविक लम्बाई नापी तथा इसे एक क्षैतिज मापनी पर एक ऊर्ध्वाधर मापनी के सामने आलेखित किया, जो कि प्रत्येक समोच्च रेखा की ऊँचाई दर्शाती थी।

---

1. J. Ross Mackay, 'Arithmetic–Square Foot Graph Paper', *Professional Geographer*, अंक 6, सं० 1, पृ० 15-16 (न्यू यार्क, 1954), में एक तरीका बतलाया गया है जिससे यह प्रक्रिया शीघ्रता से हो सकती है; यदि इस प्रकार के ग्राफ़ कागज़ का उपयोग किया जाय और उसमें Y अक्ष का अंकगणितीय विभाजन हो तथा X अक्ष पर वर्ग मूल हो, तो वर्गमूल मान उन वृत्तों की त्रिज्याएँ तत्काल बतलायेंगे जिनका क्षेत्रफल समोच्च रेखाओं के प्रत्येक उत्तरोत्तर जोड़े से घिरे हुए क्षेत्र के बराबर होगा।
2. J. Hanson-Lowe, 'The Clinographic Curve', *Geological Magazine*, अंक 72, पृ० 180-4 (लन्दन, 1935)।
3. W. G. V. Balchin, 'The Erosion Surface of North Cornwall', *Geographical Journal*, अंक 90, पृ० 59 (लन्दन, 1937)।
4. F. Debenham, *Exercises in Geography*, पृ० 60, (लन्दन, 1937)।

ए० एन० स्ट्रैलर का माध्य ढाल वक्र

जिस प्रकार हैन्सन-लव का प्रवणता वक्र आलेखित किया जाता है, उसी प्रकार से माध्य ढालों का वक्र प्राप्त करने के एक तरीके को ए० एन० स्ट्रैलर ने निकाला था।[1] आसन्न समोच्च रेखाओं के प्रत्येक जोड़े के बीच का क्षेत्रफल प्लैनीमीटर से नापा जाता है। फिर इनमें से प्रत्येक समोच्च रेखा की लम्बाई ओपिसोमीटर से प्राप्त करते हैं तथा उनकी माध्य लम्बाइयों का परिकलन किया जाता है। प्रत्येक अन्तर्समोच्च-रेखीय क्षेत्र की माध्य चौड़ाई ज्ञात करने के लिए इस क्षेत्रफल को दो समोच्च रेखाओं की माध्य लम्बाई से भाग देते हैं। फिर समोच्च रेखा अन्तराल को माध्य अन्तर्समोच्च-रेखीय चौड़ाई से भाग देकर ढाल के कोण की स्पर्शज्या प्राप्त की जाती है :

$$\text{स्पर्शज्या } a = \frac{\text{समोच्च रेखा अन्तराल (फ़ुट में)}}{\text{माध्य अन्तर्समोच्च रेखीय चौड़ाई (फ़ुट में)}}$$

उच्चतम समोच्च रेखा के ऊपर से क्षेत्रफल के लिए सूत्र के हर में माध्य अन्तर्समोच्च रेखीय चौड़ाई के बजाय उच्चतम समोच्च रेखा की आधी लम्बाई को रखते हैं; इस प्रकार से जो मान ज्ञात होता है उसे निकटतम यथोचित मान समझा जाता है।

यद्यपि इसमें अत्यन्त परिश्रम लगता है किन्तु यह तरीका (उपर्युक्त) हैन्सन-लव सूत्र से अधिक अर्थपूर्ण तथा उपयोगी है, क्योंकि द्वितीय तरीका समोच्च रेखाओं की वास्तविक लम्बाइयों की अवहेलना करता है और, फलस्वरूप, यदि कोई भूभाग अधिक कटा-फटा है तो यह तरीका बहुत कम परिशुद्ध रह जाता है। स्ट्रैलर का तरीका अधिक कटाव के द्वारा संनिहित अधिक समोच्च रेखीय लम्बाइयों को विचाराधीन रखता है। जे० आई० क्लार्क[3] ने गोज़ो तथा ग्यूर्न्सी द्वीपों के लिए दोनों विधियों की तुलना की थी और परिणामों में अच्छा खासा अन्तर पाया; हैन्सन-लव के तरीके से अन्तर्समोच्च रेखीय चौड़ाइयाँ अधिक लम्बी हो गयीं और इस प्रकार स्ट्रैलर के तरीके में, जिसमें $1\frac{1}{4}$ से 5 गुने अधिक ढाल बिना संगत अन्तरों के मिलते हैं, उसकी तुलना में कोण छोटे हो गये।

डी स्मेत का वक्र

प्रत्येक समोच्च रेखा के बीच की औसत चौड़ाई का आलेखन करते हुए आर० डी० स्मेत ने ढाल को दर्शाने की एक सरल विधि विकसित की थी।[3] इसे इस प्रकार ज्ञात करते

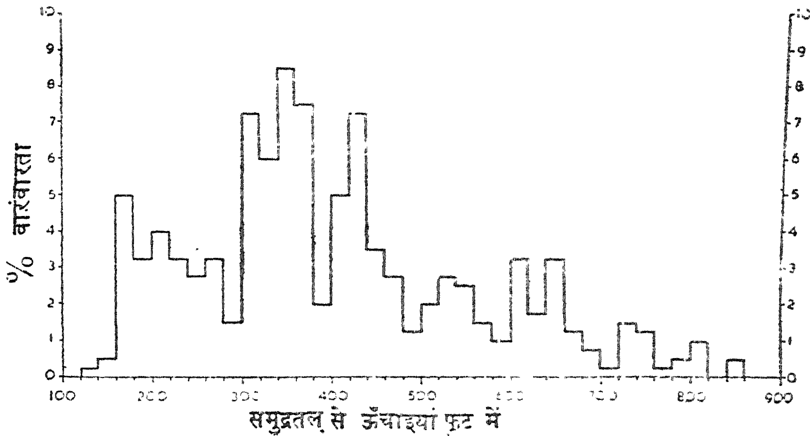
---

1. A. N. Strahler, 'Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional Topography', *Bulletin of the Geological Society of America*, अंक 63, पृ० 1117-42 (न्यू यार्क, 1952)।
2. J. I. Clark, 'Morphometry from Maps', in *Essays in Geomorphology*, (ed. G. H. Dury) (प्रकाशनाधीन)।
3. R. De Smet, 'Courbe Hypsographique et Profil Moyen de l' Ardenne', *Bulletin de la Société Belge d' Etudes Géographiques*, अंक 23, पृ० 143-67 (ब्रूसेल्स, 1954)।

हैं कि प्रत्येक दो समोच्च रेखाओं के बीच के क्षेत्रफल को उनकी माध्य लम्बाई से भाग देते हैं, और उसे एक क्षैतिज अक्ष पर ऊँचाइयों के ऊर्ध्वाधर अक्ष के सम्मुख आलेखित करते हैं।

एफ० मोसले के ढाल मानचित्र

एफ़० मोसले ने बोलैण्ड फ़ारेस्ट के अपरदन धरातलों के अपने अध्ययन के एक भाग के रूप में उसका बारीकीपूर्ण मानचित्रात्मक विश्लेषण किया था।[1] यह क्षेत्र लगभग 140 वर्ग मील का है, जिसे इन्होंने उत्तर-दक्षिण दिशा में 2 मील एवं पूर्व-पश्चिम दिशा में $1\frac{1}{2}$ मील के 52 आयतों में बाँटा था। फिर 6 इंच की मापनी के मानचित्रों का उपयोग करते हुए, इन्होंने 25 फ़ुट ऊर्ध्वाधर अन्तराल पर प्रत्येक समोच्च रेखा के चारों ओर एक हज़ार फ़ुट के क्षैतिज अन्तराल पर ढाल के कोण का परिकलन किया जिसमें समोच्च रेखाओं के समकोण पर एक अंशांकित मापनी को रख कर कार्य किया गया था। घटाकर कहने की चतुराई का एक नमूना देते हुए ये कहते हैं कि, "मानचित्र बनाने का तरीका निस्सन्देह परिश्रमपूर्ण था", और इन्होंने परिकलन यन्त्र के लिए पूर्वयोजन करने हेतु ऊँचाइयों को एक आयताकार ग्रिड पर आलेखित करने की संस्तुति की थी। वास्तव में कुल मापों की संख्या 26,000 से अधिक थी। इन आँकड़ों मे विविध मानचित्र एवं आरेख बनाये गये थे। इन्होंने पहिले सभी परिकलित ढाल के अंशों को आलेखित किया; और अंश अन्तरालों पर समान ढाल की सममान रेखाओं



चित्र 46—एक तुंगता वारंवारता आयत चित्र

आर्डनेन्स सर्वे की 1 : 25,000 श्रेणी के 51/14 पत्रक से लिए गये आँकड़ों से संग्रहित, जो कि डार्किंग के दक्षिण का क्षेत्र, जिसमें नार्थ डाउन्स तथा लीथ हिल सम्मिलित हैं, दर्शाता है। (चित्र 37-9 से तुलना कीजिये, जो कि उसी क्षेत्र को दिखलाते हैं।) प्रत्येक वांछित ऊँचाई तक ऊर्ध्वाधर स्तम्भों को बनाने के बजाय, इन्हें एक इकहरी रेखा से मिला कर संतत ग्राफ़ बनाया जा सकता है।

1. F. Moseley, 'Erosion Surfaces in th Forest of Bowland, *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, अंक 33, भाग 2, नं 9, पृ० 173-96 (हल, 1961)।

(isoclines) को अन्तर्वेशित किया; इसको इन्होंने अपना पहिला व्युत्पन्न मानचित्र कहा है। फिर इन्होंने एक दूसरा व्युत्पन्न मानचित्र बनाया जिसमें ढाल के परिवर्तन की दर को प्रति हज़ार फुट अंशों में दिखलाया गया था, और इस प्रकार ढाल भंग बतलाये जाते थे तथा दो अंशों के अन्तराल पर परिवर्तन की दर की सममान रेखाएँ अन्तर्वेशित की गयी थीं। अन्ततः इन्होंने इन दो मानचित्रों को मूल समोच्च रेखा मानचित्र के साथ संचय किया तथा दूसरे व्युत्पन्न मानचित्र पर दिखलाये गये ढाल के भंग को आपेक्षिक ढाल के संवर्गों में प्रभेद करने के लिए प्रयोग किया। फिर स्थलीय निरीक्षण से अन्य सूचना सम्मिलित करते हुए तथा भूवैज्ञानिक मानचित्र से अपोढ (drift) के क्षेत्रों को लेते हुए इन्होंने चार संवर्ग प्राप्त किये; (i) तीव्र ढाल, (ii) साधारण ढाल जिसमें कोई अपोढ आवरण न हो, (iii) साधारण तथा मंद ढाल जिस पर अपोढ आवरण हो, और (iv) अतिमन्द ढाल, और इन संवर्गों को पृथक दिखलाने के लिए सफ़ेद, विन्दु चित्रण की दो गहनताएँ, तथा काले रंग का प्रयोग किया (उ० ग्र०, प्लेट 14)।

तुंगता वारंवारता विश्लेषण (Altimetric Frequency Analysis)

उच्चावचन के विश्लेपण का एक और तरीका, जो किसी भूआकृतिविज्ञानी के लिए अपरदन के धरातलों को पहिचानने तथा सहसम्बन्धित करने के कार्य में विशेष उपयोगी होता है, यह है कि समुद्र तल के ऊपर ऊँचाइयों की उपस्थिति की वारंवारता का परिकलन करें और फिर इस वारंवारता को एक आयत चित्र की तरह ग्राफ़ के रूप में दिया जाय। एच० बालिग ने इस विधि का अधिक उपयोग किया था।[1] कुछ विषयों में उन्होंने मानचित्र पर की सभी स्थानीय ऊँचाइयों की केवल गणना की थी। अन्य में, जिस क्षेत्र पर कार्य कर रहे थे उस पर, उन्होंने छोटे वर्गों का एक ग्रिड बिछाया और प्रत्येक ग्रिड के उच्चतम विन्दु को किसी वास्तविक स्थानीय ऊँचाई से, और यदि किसी वर्ग विशेष में कोई स्थानीय ऊँचाई नहीं मिली तो समोच्च रेखा के प्रतिरूप से अनुमान करके, टिप्पण (note) किया।

प्रत्येक ऊँचाई अथवा ऊँचाइयों के समूह (उदाहरणार्थ 20 से 30 फ़ुट) की उपस्थिति की वारंवारता की सारणी बनायी गयी और वारंवारताओं को एक ग्राफ़ में ऊर्ध्वाधर मापनी पर क्षैतिज मापनी पर प्रदर्शित वास्तविक ऊँचाइयों के सामने आलेखित किया। एस० ई०

1. H. Baulig, 'Sur une Méthode Altimetrique d' Analyse Morphologique Appliquée à la Bretagne Péninsulaire', *Bulletin de l'Association de Géographes Francais*, सं० 10 (पेरिस, 1926); इन्होंने उस लेख में पूरे आरमोरिकन मैसिफ़, तथा उसके उत्तरी एवं दक्षिणी खण्डों में और Léon, LaVendée तथा पेरिस बेसिन के तुंगता (altimetric) वारंवारता वक्र सम्मिलित किये थे।

   बालिग के अन्य कार्य जिनमें इन्होंने इस प्रविधि के उदाहरण सम्मिलित किये हैं वे निम्नलिखित हैं :—'Les hauts Niveaux d' Erosion eustatique dans le Bassin de Paris', *Annales de Geographie*, अंक 37, पृ० 288-385 (पेरिस, 1938); *Le Plateau Central de la France et sa Bordure mediterranéenne* (पेरिस, 1928); तथा 'The Changing Sea-level', *Publication No. 3 of the Institute of British Geographers* (लन्दन, 1933)।

हालिंगवर्थ ने इसी सिद्धान्त को थोड़े से परिवर्तन के साथ अपनाया था।[1] इन्होंने कुल स्थानीय ऊँचाइयों के बजाय केवल वास्तविक शिखर तलों पर विचार किया और प्रत्येक अपनी आवश्यकता के क्षेत्र के लिए 10, 20, 40 तथा 50 फ़ुट के अन्तरालों पर मिलने वाली शिखर तल ऊँचाइयों की संख्या की सारणी बनायी। स्पष्ट है कि बड़े समूहों के कारण छोटी विषमताएँ मिट गयीं किन्तु बड़े लक्षण महत्वपूर्ण बन गये।

अनेक विद्वानों ने केवल स्थानीय ऊँचाइयों का उपयोग करते हुए, एक तो पूर्णतः यादृच्छिक प्रतिचयन और दूसरे ग्रिड का उपयोग करके अर्ध-यादृच्छिक प्रतिचयन के आधार पर, आलेखित की जाने वाली ऊँचाइयों की उपस्थिति की बारंबारता का परिकलन करने के अनेक तरीकों की प्रभावशीलता ज्ञात करने के लिए अनेक प्रयोग किये हैं। पहिले प्रयोग में, यदि सभी स्थानीय ऊँचाइयों का उपयोग किया जाय, तो सर्वेक्षकों तथा मानचित्रकारों के द्वारा मानचित्र पर अंकित स्थानीय ऊँचाइयों की गिनती पर परिणाम निर्भर करेगा। जे०आई० क्लार्क तथा के० आरेल[2] ने चार द्वीपों (जर्सी, ऐंगिलसी, ऐरन तथा मैन) के लिए इन वक्रों की एक श्रेणी बनाते हुए यह देखा कि सम्बन्धित स्थलाकृतिक मानचित्रों में, जिनका उन्होंने उपयोग किया था, स्थानीय ऊँचाइयों के प्रावधान में भारी अन्तर था। यह भी प्रश्न उत्पन्न होता है कि सभी स्थानीय ऊँचाइयों, सभी शिखर स्थानीय ऊँचाइयों सभी स्थानीय ऊँचाइयों एवं अव्यक्त शिखरों या शिखर स्थानीय ऊँचाइयों एवं अव्यक्त शिखरों का उपयोग किया जाय। ऊपर संदर्भित कार्य में एस० ई० हालिंगवर्थ ने केवल शिखरों का उपयोग किया है, क्योंकि उनका कार्य केवल उच्चतल अपरदन धरातलों से था, जिसमें शिखरों की सार्थकता असाधारण होती है। सभी स्थानीय ऊँचाइयों का उपयोग करने में मुख्य कठिनाई यह है कि स्थानीय ऊँचाइयों की संख्या ही महत्वपूर्ण होती है, और इस प्रकार एक विच्छेदित क्षेत्र की गणना अधिक प्रतीत हो सकती है। जैसा कि ए० ए० मिलर[3] की उपयुक्त टिप्पणी है, "···यह एक कमजोरी है कि यह तरीका संख्या पर बल देता है और क्षेत्रफल को घटाता है।"

---

1. S. E. Hollingworth, 'The Recognition and Correlation of High Level Erosion Surfaces in Britain : A Statistical Study', *Quarterly Journal of the Geological Society*, अंक 94, पृ० 55-84 (लन्दन, 1938)। इन्होंने डेवन तथा कार्नवाल, लेक डिस्ट्रिक्ट, दक्षिण-पश्चिमी स्काटलैण्ड, शेवियट्स, उत्तर-पश्चिमी वेल्स, तथा दक्षिण-पश्चिमी वेल्स के तुंगता बारंबारता वक्र पुनरुत्पादित किये हैं। प्लेट XI पर इन्होंने इन सब वक्रों को एक ही चार्ट पर बनाया है और इसमें प्रत्येक पचास-फ़ुट वाले समूह में पड़ने वाली वास्तविक शिखर-ऊँचाइयों की संख्या को आलेखित किया है। इनका चित्र 3 (पृ० 62) अधिक उपयोगी है, जिसमें इन्होंने कार्नवाल तथा डेवन के दो तुंगता बारंबारता वक्रों की तुलना की है, जिनमें से एक तो एक रेखा-वक्र के द्वारा 40 फ़ुट समूहों मे शिखरों की संख्या को दर्शाता है तथा दूसरा एक आयत चित्र के द्वारा प्रत्येक 20-फ़ुट समूह में शिखरों की संख्या प्रदर्शित करता है। इसके अतिरिक्त इन्होंने उसी प्रदेश की उसी मापनी पर प्रक्षिप्त परिच्छेदिकाओं की एक श्रेणी सम्मिलित की है।
2. J. I. Clarke तथा K. Orrel, उ० ग्र० (1958), पृ० 14-17।
3. A. A. Miller, *The Skin of the Earth,* पृ० 72 (लन्दन, 1953)।

जहाँ पर ग्रिड का उपयोग होता है वहाँ ग्रिड जाली का आकार महत्वपूर्ण होता है। क्लार्क तथा आरेल ने $\frac{1}{2}$-इंच, 1-इंच तथा $1\frac{1}{2}$-इंच के ग्रिडों का उपयोग करते हुए जर्सी के लिए तीन तुंगता बारंबारता वक्र बनाये थे और उनके परिणामों को अध्यारोपित किया; जैसा कि वे कहते हैं, "200 तथा 350 फ़ुट के मध्य में वक्रों की संगति पूर्णतः संतोषजनक नहीं है।" उन्होंने प्रत्येक वर्ग मील में तथा प्रत्येक वर्ग किलोमीटर में उच्चतम विन्दु के लिए वक्रों को आलेखित भी किया था। क्लार्क तथा आरेल ने तुलना के लिए इन विविध वक्रों को अध्यारोपित किया है (उ० ग्र० (1958), पृ० 15)। अन्य परिष्करणों में प्रत्येक वर्ग के उच्चतम तथा न्यूनतम विन्दुओं के माध्य से प्राप्त तथा डा० एम० एच० पी० बाट के द्वारा सुझाये गये निम्नलिखित सूत्र से प्राप्त मानों को आलेखित करना सम्मिलित है :

$$\frac{\text{प्रत्येक कोने की ऊँचाई} + 4\ (\text{केन्द्र की ऊँचाई})}{8}$$

सभी स्थानीय ऊँचाइयों के उपयोग के बजाय, उन्हें ग्रिड बनाकर ऊँचाई के संवर्ग अन्तरालों में समूहबद्ध किया जा सकता है, जैसे कि २०-फ़ुट के समूहों में चित्र 46 में किया गया है। यह सरे के डार्किंग क्षेत्र के एक भाग को दिखलाता है, और यह बिल्कुल वही क्षेत्र है जिसके लिए तीन चित्र 37-9 बनाये गये थे। समूह बनाने का परिणाम बहुत कुछ समूह अन्तरालों पर निर्भर करता है। क्लार्क तथा आरेल (उ० ग्र० (1958), पृ० 17) ने 5 तथा 50 फ़ुट के बीच में विविध मानों के लिए साधारण तथा चालू योग (running sum) संवर्ग अन्तराल, दोनों की एक श्रेणी तैयार की और उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि, "विभिन्न संवर्ग अन्तरालों के उपयोग से ऐसी विभिन्नता उत्पन्न होती है कि व्याख्याओं के बहुत अधिक भिन्न-भिन्न होने की संभावना होती है।" ये सभी तरीके यदि थोड़ा ही कहा जाय तो, थकाऊ (tedious) तथा परिश्रमपूर्ण हैं।"

तुंगता वारंवारता विश्लेषण को एक अन्य प्रकार से करने में शिखरों के **क्षेत्रफलों** की उत्तरोत्तर ऊँचाइयों पर वारंवारता दिखलाने के लिए एक आयत चित्र बनाते हैं, जिसमें उच्चतम बन्द समोच्च रेखा के अन्दर प्रत्येक शिखर के क्षेत्रफल का परिकलन किया जाता है।[1] फिर 'वेदिका-इकाइयों' ('bench-units') की तुंगता वारंवारता का परिकलन करना तथा एक आयत चित्र के रूप में दर्शाना संभव है; पी० मैकार[2] ने वेदिका की परिभाषा देते हुए 1938 में कहा कि यह 10 हेक्टर का इकाई-क्षेत्र है और 1957 में कहा कि यह 4 हेक्टर की इकाई है जिसका ढाल 2.5 प्रतिशत या कम हो, जैसा कि 5 मीटर के समोच्च रेखा

---

1. H. D. Thompson, 'Topographic Analysis of the Monterey, Staunton and Harrisonburg Quadrangle', *Journal of Geology*, अंक 49, पृ० 521-49 (शिकागो, 1941)।
2. P. Macar, 'Contribution à l' Etude Geomorphologique de l' Ardenne', *Annales de la Société Géologique de Belgique*, अंक 61, पृ० 8224-37 (Liége, 1937-8)।

अन्तराल वाले बड़ी मापनी (1:20,000) के स्थलाकृतिक मानचित्रों के विस्तृत विश्लेषण से प्राप्त किया गया था ।

अन्त में, डब्ल्यू० एफ़० गेइल[1] ने वारंवारता विश्लेषण के एक तरीके का उपयोग किया, जिसमें शिखर के प्रत्येक विशिष्ट क्षेत्र के लिए एक अंक तथा स्कंध या कॉल (col) की प्रत्येक लम्बाई के लिये एक अंक गिनते हुए, शिखरों के क्षेत्रफल तथा स्कंधों और कॉलों की लम्बाई को सारणीबद्ध करके आयत चित्रों की तरह आलेखित किया गया था । सावधानी से प्रयोग करने के बाद, 1:63,360 की मानचित्रीय मापनी पर कार्य करते हुए, उन्होंने 5 मि० मी० ($\frac{1}{5}$ इंच) की अन्तर्समोच्च रेखीय दूरी वाले एक स्कंध के लिए 1 अंक दिया और उसके बाद प्रत्येक 5 मि० मी० या उसके भाग के लिये एक अतिरिक्त अंक दिया; एक बन्द समोच्च रेखा के द्वारा प्रदर्शित, कितने भी छोटे, किसी शिखर के लिए एक अंक तथा प्रथम 25 मि०मी० के ऊपर प्रत्येक 25 वर्ग मि० मी० या उसके भाग के लिये एक अतिरिक्त अंक दिया; और प्रत्येक 5 मि०मी० के कॉल के लिए एक अंक तथा उसके बाद प्रत्येक 5 मि० मी० या उसके भाग के लिये एक अतिरिक्त अक दिया । इन्होंने मापन के लिए एक पारदर्शी रूलर का उपयोग किया था । मानचित्र पर ग्रिड बनाया गया, अंकों को गिना गया तथा एक आयत चित्र तैयार किया गया । यह स्पष्ट नहीं है कि क्षेत्रफलों तथा लम्बाइयों को सहसम्बन्धित क्यों किया जाय; उसी सवर्ग की विमा अधिक संगत प्रतीत होगी । इस लेख में एक बड़ी सख्या में आयत चित्र, एक समोच्च रेखा-मानचित्र जिसमें इन अर्थपूर्ण लक्षणों को दिये गये अंक अवस्थित तथा आलेखित किये गये हैं तथा बहुत से भू-आकृति विज्ञानियों के कार्यों पर आधारित, संसार के पाँच क्षेत्रों (महाद्वीपीय यूरोप, ब्रिटेन, यू० एस० ए०, अफ्रीका तथा आस्ट्रेलिया) में सीढ़ीदार अपरदन धरातलों को सक्षेप में प्रस्तुत करते हुए एक असाधारण मिश्र आरेख सम्मिलित है ।

एफ़० मोसले का ढाल ऊँचाई वक्र

जैसा कि पृष्ठ 118 पर वर्णन किया गया है, एफ़० मोसले ने फ़ारेस्ट आफ़ बोलैण्ड उच्चभूमि में ढाल के 26,000 मान प्राप्त किये । उन्होंने अपने 52 आयतों को 12 वृहत प्रदेशों में वर्गीकृत किया तथा प्रत्येक के लिए एक ढाल ऊँचाई वक्र बनाया । उन्होंने प्रत्येक प्रदेश के लिए समोच्च रेखाओं के प्रत्येक जोड़े के बीच के माध्य ढाल मान को ज्ञात किया, और इन मानों को एक क्षैतिज अक्ष के सहारे फ़ुटों के एक ऊर्ध्वाधर अक्ष के सामने आलेखित किया । अत: वक्र के ऊर्ध्वाधर अक्ष के समांतर सीधी रेखाएँ समढाल बतलाती हैं, दाहिनी ओर को झुकी हुई सीधी रेखा समान परिवर्तन की दर वाली अवतल ढाल तथा बायीं ओर झुकी हुई सीधी रेखा उत्तल ढाल दर्शाती है । बोलैण्ड के पूर्णत: उच्च भूमि तथा निम्नभूमि

1. W. F. Geyle, 'Morphometric Analysis and the World-wide Occurrence of Stepped Erosion Surfaces', *Journal of Geology*, अंक 69, पृ० 388-416 (शिकागो, 1961) ।

भागों के लिए ढाल-ऊँचाई वक्रों का एक अन्य जोड़ा बनाया गया था और उसी ऊर्ध्वाधर मापनी का उपयोग करते हुए दोनों क्षेत्रों के लिये प्रवणता वक्र बनाये गये थे। उन्होंने, इनसे (तथा अन्य आरेखों से, जिनमें कुछ ढाल बारंबारता वितरण आयत चित्र सम्मिलित हैं) दो बृहत् भूपृष्ठीय अपरदन धरातलों, बोलैण्ड सरफ़ेस {(1,200 से 1,700 फ़ुट पर तरंगित पहाड़ी शिखरों {(fell-tops)} तथा वायर्सडेल सरफ़ेस {(425 से 1,000 फ़ुट, पुराने घाटी पृष्ठों (floors)} की उपस्थिति का आरेखी पुष्टिकरण प्राप्त किया।

इस विधि को मानचित्रों पर मापे गये ढाल मानों के लिए प्रयोग किया गया था, किन्तु इसे स्थल पर प्रत्यक्ष मापे गये मानों के लिए, तथा हैन्सन-लव (पृ० 139) या स्ट्रैलर (पृ० 139-40) के तरीकों से निकाले गये अन्तर्समोच्च रेखीय क्षेत्रों के माध्य ढालों के लिए भी काम में लाया जा सकता है।

ऊचाई परास आरेख

भूतपूर्व अपरदन धरातलों के या प्राचीन घाटी-तलियों के टुकड़ों के लिए प्रभावशील मानचित्रात्मक या आरेखी दिग्दर्शनों को उत्पन्न करने के विविध प्रयास किये गये हैं। बी० डब्ल्यू० स्पार्क्स[1] ने साउथ डाउन्स के समुद्री अपरदन धरातलों के आलेखन तथा व्याख्या करने के सम्बन्ध में ऊंचाई-परास आरेख की युक्ति की थी। उन्होंने स्थल पर ऐसे समतलों का सर्वेक्षण किया था जो 283 से कम नही थे, जिसमें शिखर तथा कॉल भी सम्मिलित थे; और इन्हें इनकी स्थिति, उत्पत्ति, ग्रिड संदर्भ, ऊँचाई तथा लम्बाई और उस भूवैज्ञानिक क्षेत्र के अनुसार जिसमें वे विकसित हुए हैं, सारणीबद्ध किया। फिर उन्होने प्रत्येक समतल (flat) के ऊँचाई-परास (अर्थात प्रत्येक धरातल की ऊपरी तथा निम्न ऊँचाई के अन्तर) को समतल की अधिकतम लम्बाई के समानुपातिक एक क्षैतिज मापनी के सामने एक ऊर्ध्वाधर मापनी पर कोटियों की भाँति आलेखित किया, और इस प्रकार काले आयतों की एक श्रेणी तैयार हो गयी। आवश्यक स्थानों पर जो परिष्करण इसमें और किये गये उनमें पश्च-अपरदित समतलों के लिए नोकीले गड्ढे, अग्र-अपरदित समतलों के लिए नोकीली उभार सम्मिलित हैं, और उन्होंने विलग पहाड़ी को T प्रतीक के द्वारा तथा कॉल को ⊥ के द्वारा दर्शाया। आरेख पर प्रतीकों को तीनों मुख्य नदियों (एरन, एडर तथा आउस) के सम्बन्ध में वर्गीकृत किया गया था। इसके बाद के एक लेख में,[2] स्पार्क्स ने साथ में अपरदन धरातलों के सभी टुकड़ों की एक सूचक चिह्न के द्वारा पहिचान की तथा उन्हें साथ दिये गये एक मानचित्र में अंकित किया और ऊंचाई-परास आरेख पर प्रत्येक आयत के सामने लिखा। इसी विधि का उपयोग

---

1. B. W. Sparks, 'The Denudation Chronology of the Dip-slope of the South Downs', *Proceedings of the Geologists 'Association'*, अंक 60, पृ० 165-215 (कालचेस्टर, 1949)।
2. B. W. Sparks, 'Stages in the Physical Evolution of the Weymouth Lowland', *Transactions and Papers*, 1952 : *Institute of British Geographers*, सं० 18, पृ० 21 (लन्दन, 1952)।

सी० ई० एवरार्ड[1] ने भी किया था, जिन्होंने चबूतरों के ऊर्ध्वाधर अन्तराल को महत्व प्रदान करने के लिए टूटी रेखाओं के द्वारा सभी ऊपरी धरातलों तथा सभी निचले धरातलों को जोड़ भी दिया था।

इस विधि के अनेक विचरण तथा रूपांतरण प्रकाशित हुए हैं।[2] अतः ए० कोलमैन तथा ई० एच० ब्राउन, दोनों ने स्पार्क्स के अधिकतम विस्तार का उपयोग न करके एक ही स्थायी दिशा में माप के द्वारा समतलों के विस्तार को आलेखित किया, तथा समतलो के बीच की दूरियों के परिशुद्ध मापनी मान भी व्यक्त किये थे। प्रत्येक ने विषम चतुर्भुजों, समलम्बों (trapezia) और त्रिभुज तक प्रयोग किये, जो मापनी के अनुसार खिंचे थे, और ऊँचाई-पराम का परिशुद्धता से अभिलेखन किया तथा समतल के अपरदन की मात्रा भी व्यक्त की। ए० कोलमैन (उ० ग्र० (1954), पृ० 20) प्रक्षेपण के ऊर्ध्वाधर तल, मानचित्र तथा स्थल-रेखाचित्र के सम्बन्ध में समतलों की क्षैतिज स्थिति, और समतलों के आकार के साथ चतुर्भुजों की आकृति के सम्बन्ध के महत्व को स्पष्ट व्यक्त करते है। ई० एच० ब्राउन ऊपर तथा नीचे के सम्बन्धित समतलों की रूपरेखा को दिखलाने के लिए टूटी हुई रेखाओं का उपयोग करते हैं। एम० एम० स्वीटिंग ने शिखरों को दिखलाने के लिए त्रिभुजों का उपयोग किया और समतलों के लिए आयतों का, जो कि संदर्भित क्षेत्र के पश्चिम से पूर्व को बनाये गये एक परिच्छेद पर प्रक्षिप्त तथा परिशुद्ध दूरियों पर रखे गये थे; इसके अतिरिक्त, शेल

---

1. C. E. Everard, 'Erosion Platforms on the Borders of the Hampshire Basin', *Transactions and Papers*, 1956 : *Institute of British Geographers*, सं० 22, पृ० 35 (लन्दन, 1956)।
2. उदाहरण के लिए, देखिये, (i) E. H. Brown, 'Erosion Surface in North Cardiganshire', *Transactions and Papers*, 1950 : *Institute of British Geographers*, सं० 16, पृ० 51-66 (लन्दन, 1950) ; यह एक भिन्न प्रकार का था जिसमें प्रत्येक समतल के ऊँचाई-पराम के लिए एक ऊर्ध्वाधर रेखा का तथा क्षैतिज वाले के लिए एक प्रतीक ◉ का उपयोग किया गया था। इनके मनोरंजक आरेख (उ० ग्र०) (1950) पृ० 54, को भी देखिये जो उस क्षेत्र के धरातल के ऊँचाई-परास को समझाता है जिनका वर्गीकरण समुद्री तथा भूपृष्ठीय (sub-aerial) में 1846 में रैमजे से लेकर डब्ल्यू० एम० डेविस आदि से होते हुए स्वयं ब्राउन तक किया गया है; (ii) A. Coleman, 'Some Aspects of the Development of the Lower Stour, Kent', *Proceedings of the Geologists' Association*, अंक 63, पृ० 63-86 (लन्दन, 1952); (iii) E. H. Brown, 'The River Ystwyth (Cards.)', '*Proceedings of the Geologists' Association*, अंक 63, पृ० 244-69, (लन्दन, 1952) ; (iv) A. Coleman, 'The Use of the Height Range Diagram in Morphological Analysis', *Geographical Studies*, अंक 1, सं० 1, पृ० 19-26 (लन्दन, 1954); तथा (v) M. M. Sweeting, 'The Land-Forms of North-west County Clare', *Transactions and Papers*, 1955 : *Institute of British Geographers*, सं० 21, पृ० 33-49 (लन्दन, 1955)।

तथा फ्लैगस्टोन्स पर मिलने वालों को गहरे काले से भरा तथा चूने के पत्थर पर वालों को खाली छोड़ दिया गया था।

स्पष्ट है कि इस प्रकार का आरेख बहुत उपयोगी होता है। तथापि, कुछ सावधानियों तथा आलोचनाओं का ध्यान रखना चाहिये जिन्हें ए० कोलमैन उ० ग्र० (1954) ने, तथा बहुत उपयुक्त शब्दों में ए० ए० मिलर[1] ने भी व्यक्त किया है, जो "इसके त्रुटिपूर्ण दिग्दर्शन के खतरों तथा दुरुपयोग के जोखिमों" तथा "आत्म-वंचना की इसकी विभवताओं" पर बल देते हैं। कदाचित सबसे महत्वपूर्ण बात जिसका ध्यान रखना चाहिये वह यह है कि ऐसा आरेख वस्तुनिष्ठता का कोई संभव दावा नहीं कर सकता, क्योंकि वह स्थल पर निर्द्रव सर्वेक्षण, सही तल-मापन तथा समतल के आदि तथा अन्त के विषय में कर्त्ता के व्यक्तिगत निर्णय पर स्थापित किये गये धरातलों को प्रदर्शित करता है।

अन्तर्दृश्यता

समोच्च रेखा मानचित्रों से अन्तर्दृश्यता के अभ्यास

दो स्थानों के बीच में अन्तर्दृश्यता (intervisibility) अथवा किसी एक विशेष स्थिति से अदृश्य भूमि (dead ground) का पूरा क्षेत्र ज्ञात करने में भी प्रवणताओं का काम पड़ता है। दो स्थानों के बीच की अन्तर्दृश्यता निकालने के कई तरीके हैं जिनमें से तीन को संक्षेप में बतलाया जा सकता है (चित्र 47)।

पहिले तरीके में प्रेक्षण के स्थान से दूसरे स्थान तक एक अनुप्रस्थ परिच्छेद बनाइये तथा एक दृष्टि रेखा खीचिये; यदि यह रेखा सभी बीच की ऊँचाइयों से ऊपर रहती है, तो स्थान आपस में दृश्य हैं। यह आवश्यक नहीं है कि पूरा परिच्छेद बनाया जाय; बीच के जिन उभारों का मार्ग में आना संभव हो उन्हें दर्शाते हुए मापनी के अनुसार लम्ब खींचने पर्याप्त होंगे। यह याद रखना चाहिये कि समोच्च रेखा अन्तराल से प्रगट होने वाली सूक्ष्म विषमताएँ तथा जंगलों और झाड़ियों को छोड़ा जा सकता है।

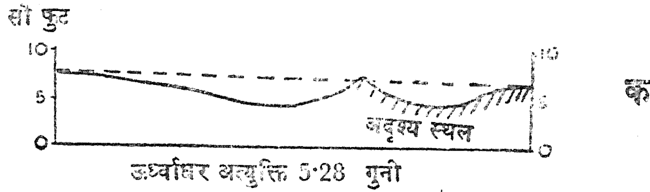
एक दूसरा तरीका यह है कि प्रेक्षक से दूसरे विन्दु तक की दृष्टि रेखा की व्यापक प्रवणता तथा दृष्टि में उपस्थित अन्य संभव अड़चनों से भी दूसरे स्थान तक की प्रवणताओं का परिकलन किया जाय। स्पष्ट है कि यदि दूर के स्थान के लिए दृष्टि रेखा की प्रवणता, बीच के स्थानों तक की प्रवणताओं से मन्द है तो दोनों स्थान एक दूसरे से दिखलाई पड़ेंगे।

अन्तर्दृश्यता ज्ञात करने के एक तीसरे तथा अधिक परिशुद्ध तरीके में समान त्रिभुजों के सिद्धान्त का उपयोग होता है। निकटतम समोच्च रेखा या स्थानीय ऊँचाई का उपयोग करते हुए दोनों स्थानों की आर्डनेन्स डेटम से ऊँचाई का अनुमान कीजिये, और घटाने के द्वारा ऊँचाई का अन्तर निकालिये; अतः, यदि **अ** 740 फ़ुट और **ब** 650 फ़ुट हो (चित्र 47),

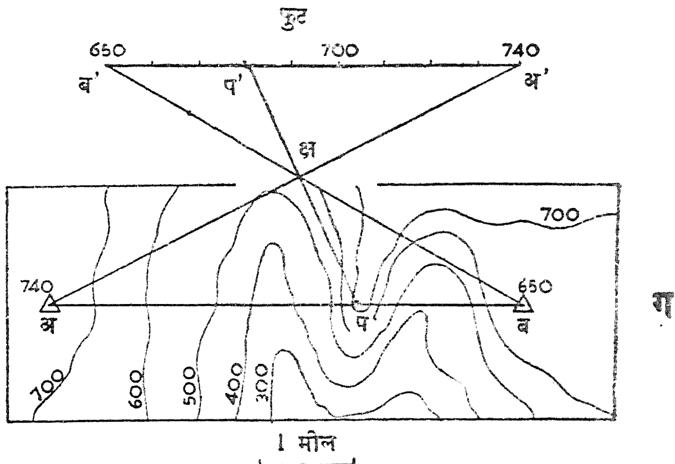
---

1. A. A. Miller, 'Notes on the Use of the Height-Range Diagram', *Geographical Studies*, अंक II, सं० 2, पृ० 111-15 (लन्दन, 1955)।

तो अन्तर 90 फ़ुट होगा । दृष्टि रेखा के समांतर एक सुविधाजनक दूरी पर नौ इकाई लम्बी एक रेखा खींजिये और जैसा कि आरेख में है वैसे चिह्न लगाइये । दृष्टि रेखा के प्रत्येक सिरे को समांतर रेखा के विपरीत सिरे से मिलाइये, यह रेखाएँ क्ष पर कटेंगी । दृष्टि रेखा पर किसी विन्दु प से, जो दृश्यता में बाधा करता प्रतीत हो, क्ष में होती हुई एक रेखा खींचिये और इसे बढ़ाकर समांतर रेखा पर विन्दु प से मिलाइये, फिर इस विन्दु पर







चित्र – 47, अन्तर्दृश्यता

चित्र द्वारा समझाये गये तरीकों में क एक दृष्टि रेखा तथा एक परिच्छेद, ख एक दृष्टि रेखा तथा प्रत्येक संभव बाधा से बनाये गये लम्ब, और ग समान त्रिभुजों के सिद्धान्त का उपयोग होता है ।

प्रदर्शित ऊँचाई को पढ़िये, जो कि वास्तव में स्थान विशेष पर दृष्टि रेखा की ऊँचाई बतलाती है। स्पष्ट है, कि यदि यह ऊँचाई **प** की ऊँचाई से अधिक है, तो दृष्टि रेखा **प** से पृथक रहेगी और स्थान आपस में दिखलाई पड़ेंगे।

अदृश्य भूमि (Dead Ground)

उच्चावचन मानचित्र पर अदृश्य भूमि (dead ground) को पर्याप्त परिशुद्धता के साथ आलेखित किया जा सकता है, किन्तु सूक्ष्म बाधाओं के द्वारा दृश्यता भंग होने के विषय में जो प्रतिबन्ध (reservations) पहिले ही बतलाये जा चुके हैं, वे यहाँ भी पूरी तौर से लागू होंगे। सभी विषमताओं पर ध्यान देते हुए मानचित्र की जाँच कीजिये। स्पष्ट है कि देखने के स्थान से प्रत्येक अधिक ऊँचा स्थान अपने बाद के सब क्षेत्र को अदृश्य भूमि बना देगा। अन्य विषयों में, एक परिच्छेदिका खींचिये तथा दृष्टि की एक रेखा बनाइये; इससे यह दिखाई पड़ेगा कि बीच की बाधा के बाद कहाँ पर रेखा भूमि से मिलती है, और इस प्रकार अदृश्य भूमि का विस्तार कहाँ तक है। प्रत्येक बाधा के चारों ओर अदृश्य भूमि की पार्श्ववर्ती सीमाएँ ज्ञात करने के लिए सीमावर्ती (skirting) परिच्छेदिकाएँ आवश्यक होती हैं। अदृश्य भूमि की कोर को आलेखित कीजिये और इस प्रकार सीमांकित क्षेत्र में छाया-करण कर दीजिये।

एक उपयोगी तरीका यह है कि दृष्टि के विन्दु से किरणों के समान रेखाओं की एक श्रेणी खींची जाय। जहाँ पर दृष्टि की रेखाओं में बाधा आती प्रतीत हो, उन स्थानों की जाँच कीजिये, और उनकी ऊँचाइयों का अनुमान लगाइये। प्रेक्षण के विन्दु की ऊँचाई से तुलना करने पर, यह देखा जा सकता है कि दृष्टि की रेखा की ऊँचाई किस दर से गिरती है। अतः इस रेखा के किसी भी विन्दु पर किरण की ऊँचाई का परिकलन हो सकता है, और वास्तव में किरण की ऊँचाइयों को इस रेखा के सहारे मापनीकृत किया जा सकता है। जहाँ कहीं समोच्च रेखाओं के द्वारा प्रदर्शित भूमितल किरण की ऊँचाई से नीचे हो, वहाँ की भूमि 'अदृश्य' (dead) होती है।[1]

---

1. अदृष्य भूमि मानचित्रों के आलेखन के सामान्य सिद्धान्तों का प्रयोग तथा विस्तरण Dr. A. Garnett, 'Insolation, Topography and Settlement in the Alps', *Geographical Review*, अंक 25, पृ० 601-617 (न्यू यार्क 1935) में तथा 'Insolation and Relief', Publication No. 5 of the *Institute of British Geographers* (लन्दन, 1937) में निकाल कर प्रस्तुत किया गया है। इन्होंने मानचित्रों की एक श्रेणी बनायी है जो (क) शीतऋतु के दोपहर के छाया क्षेत्र, (ख) विषुवों (equinoxes) पर होने वाले विभव (potential) सौर-प्रकाश की अवधियों (periods), तथा (ग) विषुवों पर दोपहर के सूर्यातप की तीव्रता दिखलाती है। अन्तिम मानचित्र में सम-तीव्रता (iso-intensity) रेखाएँ' बनी हैं, जो सूर्यातप की अधिकतम सम्भव तीव्रता के प्रतिशत दर्शाती हैं। लेख में विस्तारपूर्वक बतलाया गया है कि ये मानचित्र किस प्रकार आलेखित किये गये थे। ये मानचित्र अनेक अल्पाइन घाटियों में भूमि उपयोग तथा बस्ती से घनिष्ट सम्बन्ध रखते हैं।

दृश्यभूमि-चित्रण तथा क्षेत्रारेखन

फ़ोटोग्राफ़ी तथा हाफ़टोन ब्लॉक के फ़ोटो की नकल बनाने के तरीकों के विकास से, दृष्यभूमि-चित्रण (landscape drawing) ने अपना पहिले का महत्व खो दिया जान पड़ता है। पहिले के समय में जी० के० गिलबर्ट तथा डब्ल्यू एम० डेविस जैसे भूगोलवेत्ताओं ने स्थलरूपों की अपनी संकल्पनाओं को चित्र द्वारा समझाने के लिए सरल किन्तु अत्यन्त प्रभावशील रेखाचित्रों का उपयोग किया था।[1] तथापि, ब्रिटेन तथा अमरीका दोनों में, भूआकृति वैज्ञानिक समस्याओं को स्पष्ट करने के लिए स्पष्ट रेखाचित्रों के उपयोग की भूआकृतिविज्ञानियों में बढ़ती हुई प्रवृत्ति मिली है।[2] इन चित्रणों में रेखाओं की मितव्ययता दिखलाई पड़ती है और इनके द्वारा भूगोलवेत्ताओं के लिए चित्र के गौण अग्रभाग तथा अनावश्यक बारीकियों को छोड़ते हुए मुख्य लक्षणों को चुनना तथा उन्हें महत्व प्रदान करना संभव हो जाता है।[3]

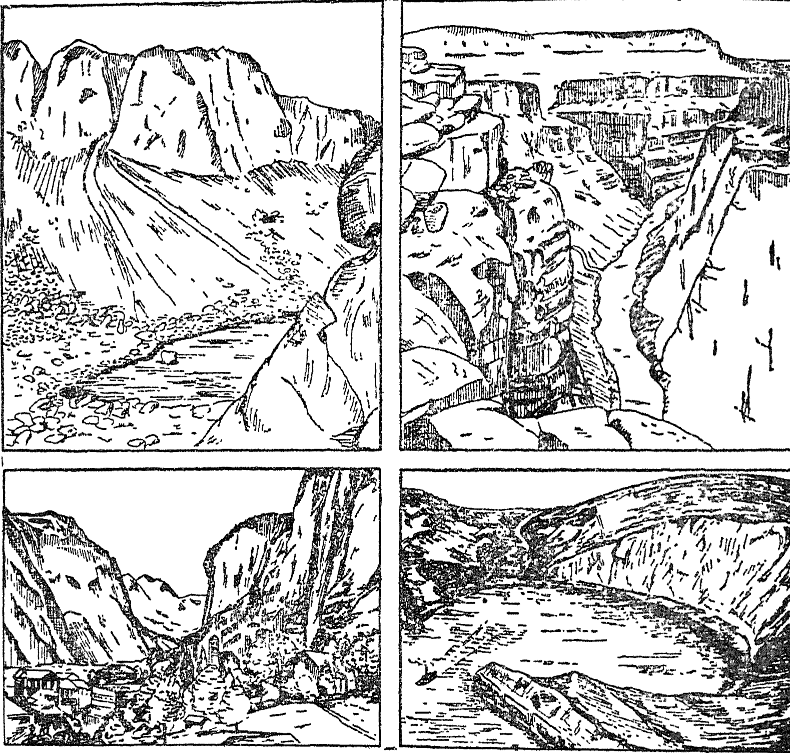
अपने मानचित्रों तथा पाठ्य को चित्र के द्वारा समझाने के लिए भूगोलवेत्ता को क्षेत्रारेखन अर्थात् स्थल पर रेखाचित्रण का अभ्यास करना चाहिये। इससे भूभाग के लिए दृष्टि विकसित होने में सहायता मिलेगी, जो कि अत्यन्त महत्वपूर्ण है, और उसकी प्रेक्षण तथा गुण-ग्रहण की शक्ति बढ़ेगी। इसके अतिरिक्त, विद्यार्थी स्थलरूपों से सम्बन्धित प्रबन्धों को शीघ्रतापूर्वक बनाये गये रेखाचित्रों की सहायता से समझा सकता है। चित्र 48-51 ऐसे कुछ उदाहरण प्रस्तुत करते हैं कि विविध स्थलाकृतिक लक्षणों को चित्रों द्वारा समझाने के लिए किस प्रकार सरल रेखाचित्रों का उपयोग किया जा सकता है।[4]

---

1. G. K. Gilbert, *Report on the Geology of the Henry Mountains (Utah)* (वाशिंगटन, 1877), में ब्लॉक-आरेखों तथा भूवैज्ञानिक परिच्छेदों से बहुत कुछ सम्बन्धित स्थल-रेखाचित्रों का अत्यन्त आलेखी तथा प्रकट करने वाले तरीके से उपयोग किया गया है, जैसा कि W. M. Davis, *Geographical Essays* (बोस्टन, 1910) में भी है; इस अभिजात ग्रंथ (classic work) का एक असंक्षिप्त पुनर्प्रकाशन 1954 (न्यू यार्क) में हुआ है।
2. देखिये D. L. Linton, 'Watershed Breaching by Ice in Scotland', *Transactions and Papers*, 1949, *the Institute of British Geographers*, स० 15, पृ० 1-16 (लन्दन, 1951; और R. F. Peel, 'A Study of Two Northumbrian Spillways', वही, पृ० 75-89; दूसरे में कोई आधा-दर्जन असाधारण स्पष्ट रेखाचित्रों का उपयोग किया गया है।
3. इस प्रविधि का एक असाधारण सर्वेक्षण G. E. Hutchings, *Landscape Drawing* (1960) में है। इसमें लेखक के सुन्दर कार्य के 100 चित्रों के अतिरिक्त दृश्यभूमि के प्रेक्षण, व्याख्या तथा पुनरुत्पादन की कला, रंग (tone), प्रकाश तथा छाया का महत्व, संदर्श के सिद्धान्त तथा चट्टानों, वृक्षों एवं मकानों के प्रदर्शन के विषय में विस्तृत सूचना मिलती है।
4. E. Imhof, *Gelände and Karte*, पृ० 156 (ज़्यूरिच, 1950) में दृश्यभूमि, फ़ोटो, मानचित्र तथा ब्लॉक-आरेख या उच्चावचन मॉडल के ज्यामितीय सम्बन्धों को बहुत स्पष्टता के साथ चित्रों द्वारा समझाया गया है। यह उदाहरण *Geographica Helvetica*, अंक 5, पृ० 301 (बर्न, 1950) में पुनरुत्पादित किया गया है।

समोच्च रेखा-मानचित्रों से रेखाचित्र बनाना

समोच्च रेखा-मानचित्र की व्याख्या में दृश्य-भूमि के विषय में अपनी संकल्पनाओं को, जैसा कि किसी प्रेक्षक को एक स्थान विशेष से प्रतीत हो, एक सरल रेखाचित्र के रूप में व्यक्त करना एक उपयोगी अभ्यास होता है। यदि रेखाचित्र की फिर एक फ़ोटो से तुलना की जाय, जो उसी स्थान से लिया गया हो, या इससे भी अच्छा हो यदि वास्तविक भूभाग से, तो इसके परिणाम कभी-कभी बड़े परिष्कारी होते हैं। विविध ज्यामितीय तरीके उपलब्ध हैं जिनमें से एक का डी० सिल्वेस्टर ने वर्णन किया है।[1] यह एक शंकु



चित्र 48-51—दृश्यभूमि रेखाचित्र

चित्र 48 में एक हिमजगह्वर (corrie) को गिरिताल (tarn), शैल-मलवों (screes) तथा श्रृंगों (crags) के साथ दिखलाया गया है (कोनिस्टन के निकट डो क्रैग तथा गोट्स वाटर); चित्र 49 ग्रान्ड कैन्यन आफ़ कोलोरैडो का है; चित्र 50 एक U—अकार की घाटी है, जिसमें वेदिकाएँ, सोपानी पात (cascades) तथा जलोढ शंकु (लाटरब्रूनेन) हैं; और चित्र 51 समुद्री अपरदन के द्वारा बनी एक लघनिवेशिका (Cove) (डारसेट में, ललवर्थ कव) को दिखलाता है।

1. D. Sylvtester, A 'Method of Panorama Construction from Coloured Maps', *Geography*, अंक 28, पृ० 12-18 (लन्दन, 1943)। यह लेख प्रक्रम को उदाहरणों के साथ पूरी तौर से समझाता है।

के अन्दर बने हुए समोच्च रेखा-मानचित्र के कुछ उपयुक्त विन्दुओं से, शंकु की मध्य रेखा से समकोण पर स्थित, एक सम धरातल पर प्रक्षेपण पर आधारित है। इन विन्दुओं को चित्र के अग्रभाग, मध्य-भाग तथा पृष्ठ-भाग में पहाड़ियों की परिच्छेदिकाओं को सीमांकित करने के लिए, और इसके अतिरिक्त 'जल-रेखाओं' जैसे कि तट तथा नदियों, और किसी भी अन्य आवश्यक बारीकी को लेने के लिए चुनना चाहिये। फिर एक रेखा-चित्रण बनाने के लिए इन विन्दुओं को मिला दिया जाता है।

राइज़ ने एक अन्य तरीके का स्पष्ट निरूपण किया है।[1] दृष्टि के क्षेत्र को दर्शाने के लिए, प्रेक्षण के विन्दु से विकिरण करती हुई दो रेखाएँ खीचते है जिनके बीच में 45 अंश का कोण होता है; इन्हें या तो वास्तविक समोच्च रेखीय-मानचित्र पर हल्की पेंसिल से खीचा जा सकता है, या एक अनुरेखण कागज़ के अध्यारोपित पृष्ठ पर। इसके बाद मानचित्र पर प्रेक्षक की दृष्टि-रेखा से लम्बवत् एक क्षैतिज रेखा खीची जाती है। वांछित विशाल दृश्य के आकार के अनुसार इस रेखा को स्थित किया जायेगा; स्पष्ट है कि रेखा को दृष्टि-विन्दु के जितना निकट रखा जाय, प्रदर्शित दृष्यभूमि का क्षेत्रफल उतना ही कम होगा। फिर शिखरों की स्थानीय ऊँचाइयों-जैसे, कुछ सार्थक विन्दुओं को प्रेक्षण विन्दु से विन्दु-विशेष में से होकर दृष्टि रेखा के द्वारा इस क्षैतिज रेखा पर प्रक्षेपित करते है। इस प्रकार प्रेक्षक के सम्बन्ध में प्रत्येक विन्दु का क्षैतिज घटक अवस्थित हो जायेगा। फिर या तो एक ऊर्ध्वाधर मापनी का अनुमान करके, जो ऊँचाई का एक यथोचित प्रभाव (प्राय: कुछ अतिशयोक्ति के साथ) प्रस्तुत करता हुआ प्रतीत होता है, अथवा एक अतिपरवलयिक ऊर्ध्वाधर मापनी के द्वारा, ऊर्ध्वाधर घटक ज्ञात किया जाता है, जो कि विशालदृष्य पर प्रत्येक विन्दु को निश्चित कर सकेगा। ऐसी मापनी पर, आधार रेखा प्रेक्षक के क्षितिज को दर्शाती है (अर्थात् यह प्रेक्षण विन्दु के समान ही समुद्रतल से ऊँची होती है), जब कि ऊर्ध्वाधर मापनी प्रेक्षण के विन्दु से दूरी के विपरीत समानुपात मे कम होती है।

स्थल पर रेखाचित्रण

स्थल पर रेखाचित्रण कर सकें, इसके लिए किसी कलात्मक योग्यता का होना आवश्यक नही है, क्योंकि अनेक 'व्यावहारिक सिद्धान्तों' का उपयोग सम्भव है। कड़ी दफ़्ती के पृष्ठ वाली एक रेखाचित्र पुस्तिका, एक H पेंसिल तथा एक रूलर या फ़ौजी कोणमापी (service protractor) का उपयोग कीजिये। प्रदर्शित किये जाने वाले भूभाग का दृष्टि-विन्दु से सावधानी पूर्वक अवलोकन कीजिये, गगनरेखा परिच्छेदिका पर ध्यान दीजिये, उसके बाद चित्र के मध्य-भाग और अन्त में अग्रभाग को देखिये। विशालदृष्य का कितना विस्तार सम्मिलित करना है इसे निश्चित कीजिये, तीस अंश की एक क्षितिज चाप प्राय:

---

1. E. Raisz, *General Cartography*, (न्यू यार्क, 1948)।

पर्याप्त होती है।[1] रेखाचित्रण किये जाने वाले क्षेत्र के केन्द्र के निकट किसी प्रमुख विन्दु पर ध्यान दीजिये और इसमें से एक रेखा को कागज़ पर खींचिये। कागज़ के मध्य में एक क्षैतिज रेखा भी खींचिये जो यथासम्भव भूभाग की किसी निश्चित रेखा के सहारे चले। फिर रेखाचित्र को केवल आँख की सहायता से बनाया जा सकता है; पहाड़ों के शिखर जैसे मुख्य लक्षणों की, मार्गदर्शक रेखाओं के सम्बन्ध में, ऊर्ध्वाधर तथा क्षैतिज स्थितियों का अनुमान कीजिये तथा उन्हें कागज़ पर आलेखित कीजिये, और फिर इनसे आरम्भ करके गौण लक्षणों तक कार्य कीजिये। और अधिक परिशुद्धता प्राप्त करने के लिए, मार्गदर्शक रेखाओं के सम्बन्ध में महत्वपूर्ण लक्षणों की स्थितियों को रूलर से निश्चित कीजिये और उन्हें समानुपात में चित्रण पर अंकित कीजिये। और अधिक परिशुद्धता के लिए, किन्तु अधिक थकान के साथ दफ़्ती के एक टुकड़े में वांछित रेखाचित्र के आकार का एक छेद कीजिये और उसे ग्रिड खीचे हुए सेलुलॉइड के एक पत्रक से ढक दीजिये।[2] इसे आँख से एक निश्चित दूरी पर रखते हैं और वर्ग प्रति वर्ग बारीकियों को कागज़ पर स्थानान्तरित कर दिया जाता है।

अक्सर फ़ोटो से भूभाग का निराशापूर्ण चपटा प्रभाव प्रस्तुत होता है, प्राकृतिक लगने के लिए, दृष्यभूमि-चित्रण में ऊर्ध्वाधर अतिशयोक्ति उत्पन्न करनी चाहिये। दोमुखी अतिशयोक्ति उपयुक्त होती है, अर्थात् किसी भी विन्दु की रेखाचित्र की तली से ऊँचाई को क्षैतिज नाप की तुलना में दुगना बढ़ाना चाहिये। पहाड़ी के शिखर पर से देखने पर किसी भूभाग के रेखाचित्र में यह विशेष रूप से आवश्यक है।

जब रेखाचित्र का चौखटा एक बार बन जाता है तो बारीकियो को सरलता से सम्मिलित किया जा सकता है। दूरी के प्रभाव को उत्पन्न करने के लिए संदर्श के नियमों का पालन होना चाहिये, और वृक्षों तथा मकानों जैसी ज्ञात वस्तुओं की मापनी सही रखने की सावधानी रखनी चाहिये। बारीकियों को सरल करना तथा किसी हद तक प्रतीकीकृत करना चाहिये। जंगलों को लहरदार रूपरेखा के अन्दर हल्के विन्दुचित्रण के द्वारा; वृक्षों के झुंडों को रूपरेखा के द्वारा; नदियों को संदर्श में एक दुहरी रेखा के साथ हल्के अनुदैर्घ्य छाया-करण से; और गाँवों को कुछ आयतों के द्वारा जिसके साथ में गिरजा की मीनार तथा

---

1. *The War Office Manual of Map-Reading, Photo-Reading and Field-Sketching* (H. M. S. O., 1929) में कहा गया है (पृ० 75) कि यदि एक फ़ौजी कोणमापी को आँख से ग्यारह इंच पर पकड़ा जाय तो वह 25° का कोण बनायेगा, अर्थात् वह 25° के क्षितिज चाप वाले भूभाग को छिपा देगा। कोण-मापी में 11 इंच लम्बी डोरी के एक सिरे को बाँध कर और दूसरे सिरे को प्रेक्षक द्वारा दाँतों में दबाये रख कर कोणमापी को एक समान दूरी पर बनाये रखा जा सकता है।

2. E. Imhof, *Gelände und Karte*, पृ० 200 (ज़्यूरिच, 1950) में *Sitometer* नामक यन्त्र का वर्णन है और उसे चित्र के द्वारा समझाया गया है। यह यन्त्र विशाल दृष्य (panorama) में स्थित विन्दुओं के प्रेक्षक के साथ कोणीय अन्तर परिशुद्धता के साथ नाप सकता है।

चिमनियों जैसी बारीकियाँ भी हों। चित्र के अग्रभाग की बारीकियों को भारी रेखाओं से और अपेक्षाकृत दूर की बारीकियों को बारीक रेखाओं से या टूटी हुई रेखाओं तक से बनाइये।

टिप्पण-लेखन के द्वारा रेखाचित्र में बहुमूल्य जानकारी जोड़ी जा सकती है।[1] पहाड़ियों पर स्थानी ऊँचाइयाँ तथा नाम दिये जा सकते हैं और गाँवों एवं झीलों आदि के नामों का उन विशेष लक्षणों के निकट अक्षरलेखन किया जा सकता है। भूमि के उपयोग तथा अन्य किसी वस्तु को, जो स्पष्ट दिखलायी पड़ती हो, बड़े अक्षरों या प्रतीकों से बतलाया जा सकता है। रेखाचित्र की दिशा को अनुशीर्षक में एक टीप के द्वारा इस प्रकार बतलाना चाहिये कि, 'क्ष से दक्षिण-पूर्व देखते हुए दृष्य', और मापनी को कथन के द्वारा बतलाना चाहिये : 'अ तथा ब के मध्य की दूरी 3 मील है।' तैयार रेखाचित्र को स्याही में पूरा कर लीजिये, या स्थलीय रेखाचित्र से स्याही के द्वारा एक नया अनुरेखण कर लीजिये।

फ़ोटो से रेखाचित्रण करना

अक्सर किसी विषयवस्तु को चित्र द्वारा समझाने का एक ही स्रोत कोई घटिया फ़ोटो होता है जो वांछित लक्षण को अस्पष्टता से दिखलाता है : हाफ़टोन ब्लॉक के द्वारा उसकी प्रति बनाने पर यह और भी बुरा दिखलायी देगा। फ़ोटो को अच्छी तरह से प्रकाशमान अनुरेखण मेज़ पर रखिये और उसके ऊपर अनुरेखण कागज़ का एक टुकड़ा रखिये, तथा आवश्यक तत्वों को छाँटते हुये और चित्र के अग्रभाग की गौण बारीकियों को छोड़ते हुए, जैसा कि क्षेत्रारेखन (Field sketching) में करते हैं, मुख्य लक्षणों की रूपरेखा पेंसिल से बनाइये। किसी छोटे फ़ोटो को एक ग्रिड से ढक सकते हैं और फिर जैसा कि मानचित्र के विवर्धन में किया जाता है, बारीकियों को और बड़ी मापनी पर स्थानान्तरित कर सकते हैं (देखिये पृ० 61)। जब पेंसिल रेखाचित्र पूरा हो जाय तो उस पर स्याही कर दीजिये, और वांछित टिप्पण लेखन सम्मिलित कर लीजिये। स्पष्ट है कि जैसा ऊपर कहा गया है, इसमें कोई ऊर्ध्वाधर अतिशयोक्ति नहीं होती और कुछ विषयों में इससे चपटेपन का प्रभाव उत्पन्न हो सकता है। ब्रोमाइड प्रिन्ट के धरातल पर जलसह भारतीय स्याही से चित्रण करके इन प्रक्रियाओं को संक्षिप्त करना सम्भव है; बारीकियों पर परिशुद्धता से चल

---

1. Griffith Taylor, 'British Columbia : A Study of Topographic Control', *Geographical Review*, अंक 32, पृ० 372-402 (न्यू यार्क, 1942) में अनेक सरल किन्तु अत्यन्त स्पष्ट और सूचनापूर्ण टिप्पण-लिखित रेखाचित्र सम्मिलित हैं।

M. Hardy तथा A. Geddes, 'Lewis', *Scottish Geographical Magazine*, अंक 52, पृ० 224 के सम्मुख (एडिनबरा, 1936) में आइल ऑफ लेविस के आर-पार दक्षिण-पश्चिम से उत्तर-पूर्व का टिप्पण-लिखित रंगीन 'आरेखी दृष्य' मिलता है। आरेख पर भूमि उपयोग को, साथ में दिये गये भूमि उपयोग मानचित्र से संगत करने के लिए रंगीन बनाया गया था।

सकते हैं। फ़ोटो को किसी उपयुक्त माध्यम से धो डालिये,[1] और रेखा-कार्य का फिर से फ़ोटो खींच लीजिये।

ब्लॉक-आरेख

किसी विशेष क्षेत्र के भू-आकृतिविज्ञान या विशिष्ट स्थलरूपों के लक्षणों को चित्र के द्वारा समझाने के लिए ब्लॉक आरेखों का विस्तृत तथा प्रभावपूर्ण उपयोग होता है। वे भू-पृष्ठ के खण्डों के यथार्थ चित्रों के बजाय उच्चावचन-मॉडलों के रेखाचित्र जैसे होते है। इनमें यह अतिरिक्त लाभ है कि ब्लॉकों के किनारों पर भू-वैज्ञानिक परिच्छेदों को सम्मिलित किया जा सकता है (अ० सं० 29), और इस प्रकार सरचना तथा धरातल के बीच सहसम्बन्ध करना संभव हो जाता है (चित्र 60, 61)। ऐसे आरेखों की एक श्रेणी से दृष्य-भूमि के विकास की अवस्थाओं को चित्र द्वारा समझाया जा सकता है।

ब्लॉक आरेखों के तीन मुख्य संवर्ग होते हैं। इनमें से पहिले काल्पनिक स्थलरूपों के रेखाचित्र ब्लॉक आरेख हैं जो केवल आँख से एक सरल ज्यामितीय रेखा से मार्ग दर्शन प्राप्त कर बनाये गये हों; दूसरे समोच्च रेखा मानचित्र से खींचे गये आरेख हैं जो कि पूर्णतः संदर्श में नहीं होते किन्तु तिरछे देखे हुए उच्चावचन मॉडल की सामान्य छवि प्रस्तुत करते हैं;[2] और तीसरे वे ब्लॉक-आरेख हैं जो किसी समोच्च रेखा मानचित्र से एक विन्दु संदर्श या दो विन्दु संदर्श या वास्तविक संदर्श के द्वारा बनाये गये हों।[3]

---

1. प्राविधिक बारीकियों के लिए *The British Journal Photographic Almanac*, 1950, पृ० 318 (लन्दन, 1950) देखिये।
2. प्रोफ़ेसर F. Debenham, *Execises in Cartography*, पृ० 78 (लन्दन, 1937), इसे 'समोच्च रेखा मानचित्र का आभासी-सममितीय प्रक्षेप कहते हैं।'
3 अधिकांश भूआकृतिवैज्ञानिक पाठ्य-पुस्तकों में विविध प्रकार के ब्लॉक-आरेख मिलते हैं। A. K. Lobeck, *Block Diagrams* (न्यू यार्क, 1924) एक अभिजात ग्रन्थ है। G. K. Gilbert, *Reports on the Geology of the Henry Mountains* (*Utah*) (यू० एस० ज्यॉग्रैफ़िकल एण्ड ज्यॉलॉजिकल सर्वे ऑफ़ दी राकी माउन्टेन रीजन, वाशिंगटन, 1877) संभवतः इनके उपयोग में पायनियर थे। डब्ल्यू० एम० डेविस ने अपने अनेक लेखों में सरल किन्तु असाधारण रूप से प्रभावपूर्ण ब्लॉक-आरेखों की श्रेणी का उपयोग किया था; देखिये इनके *Geographical Essays* (बोस्टन, 1910), तथा *Atlas for Practical Exercises in Physical Geography* (बोस्टन, 1908)। अन्य प्रतिपादक (exponents) इस प्रकार हैं : C. R. Longwell, A. Knopf, तथा R. F. Flint, *Outlines of Physical Geology* (न्यू यार्क, 1947); C. A. Cotton, *Geomor–phology of New Zealand* (वेलिंगटन 1926), तथा *Landscapes as Developed by Normal Processes of Erosion* (वेलिंगटन, 1948); C. Farrington Brown तथा F. Debenham, *Structure and Surface* (लन्दन, 1929); तथा E. de Martonne, *Traité de Géographic Physique* (पेरिस, 1926)। S. W. Wooldridge तथा R. S. Morgan ने *The Physical Basis*

काल्पनिक स्थलरूपों के रेखाचित्रीय ब्लॉक-आरेख

ऐसे ब्लॉक-आरेखों के लिए आधार स्वरूप बेलन या शंकु जैसी सरल ज्यामितीय आकृतियों से आरम्भ करना उत्तम होगा; एक ऊर्ध्वाधर प्लान बनाइये, फिर एक या दो विन्दु संदर्श में एक प्लान का रेखाचित्रण कीजिये और फिर स्थल-प्लान के ऊपर आधार युक्त ठोस आकृति लीजिये; इस प्रकार तैयार चित्रण के लिए सही मार्गदर्शक रेखाएँ उपलब्ध होंगी। अत: एक शंकु को सामान्यत: ज्वालामुखियों, पंखों तथा पर्वतों के लिए, या अवतलन के द्वारा प्रवाल द्वीप वलय के विकास को दिखलाने वाले आरेखों की एक श्रेणी के लिए एक आधार बनाया जा सकता है। पर्वत शिखरों तथा मेसाओं के लिये पिरैमिडों का उपयोग हो सकता है; हिमज गह्वरों, हिमनदोढ टिब्बों तथा अम्ल ज्वालामुखियों के लिए गोलों या गोलाभों के अंशों का; वलित पर्वतों, हिमनदी घाटियों तथा फ़ियॉर्डों (fjords) के लिए बेलनों का; और भृगुओं, कगारों और श्रेणियों के लिए प्रिज़्माभीय (prismoidal) खण्डों का उपयोग किया जा सकता है। कम से कम निर्माण रेखाओं का उपयोग होना चाहिये। अनुभव के साथ जटिल स्थलरूपों को एक या अधिक ज्यामितीय खण्डों में कुछ अंशों को जोड़ने या काटने के द्वारा बनाया जा सकता है। सरल ब्लॉक-आरेखों को बनाने के लिए सममितीय ग्राफ़ कागज़ को शीघ्रता तथा प्रभावशीलता के साथ प्रयोग कर सकते हैं (चित्र 52)।

यह सभी निर्माण कार्य, वास्तव में, पेंसिल से किया जाता है। ब्लॉक के किनारों तथा उच्चावचन की रूपरेखाओं पर स्याही कर दीजिये, और ढालों तथा छोटी बारीकियों को उभारने के लिए हल्का छायाकरण कर दीजिये, जैसा कि संदर्श रेखाचित्र में होता है, तथा गहराई का प्रभाव उत्पन्न करने के लिए ब्लॉक के एक या अधिक ओर खड़ी या पड़ी छाया रेखाएँ खींच दीजिये।

समोच्च रेखा-मानचित्र से बनाये गये ब्लॉक-आरेख

केवल चुनी हुई समोच्च रेखाएँ तथा सरिताएँ दिखलाते हुए वांछित क्षेत्र के समोच्च रेखा मानचित्र से एक प्लान-दृष्य का अनुरेखण कीजिये तथा छोटे वर्गों के एक रेखाजाल

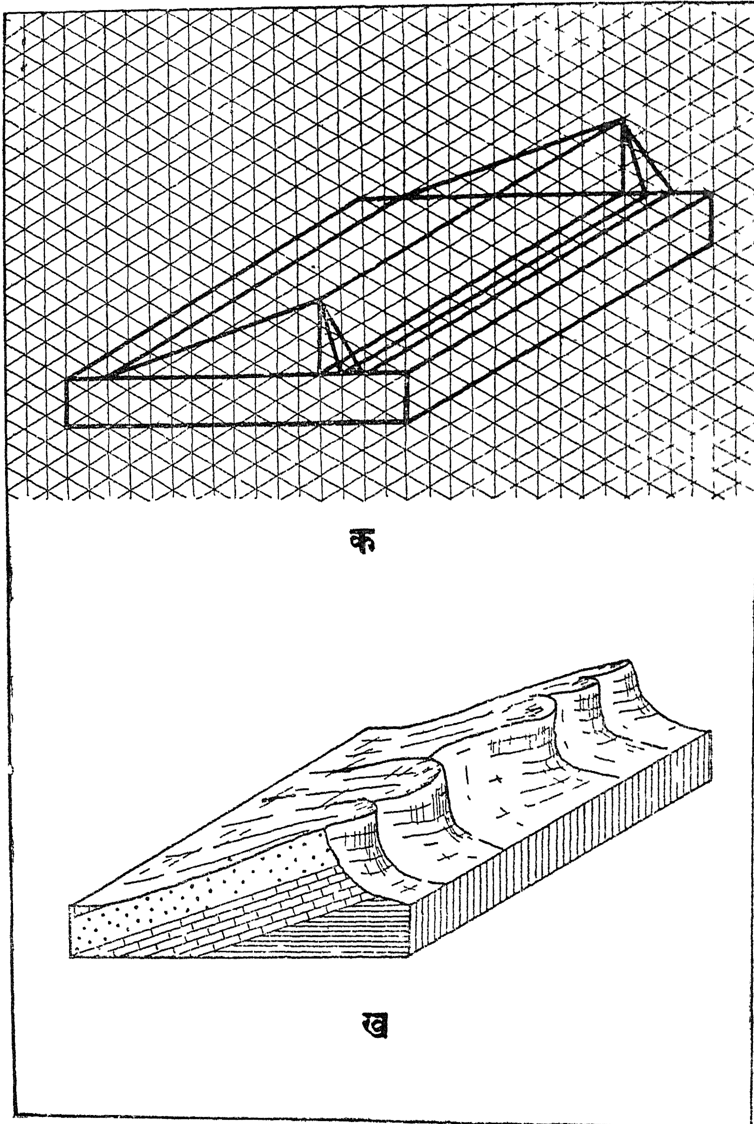
---

of Geography (लन्दन, नवीनतम संस्करण 1946) में सरल रेखाचित्र-ब्लॉक-आरेखों का बहुतायत से उपयोग किया है।

F. Debenham, *Exercises in Cartography* (लन्दन, 1937) ने इसके दस उदाहरण दिये हैं कि विशेष स्थलरूपों के ब्लॉक-आरेख किस प्रकार सरल ज्यामितीय चित्रों पर आधारित किये जा सकते हैं।

बड़ी-मापनी के समोच्च-रेखा मानचित्रों से परिशुद्धतापूर्वक बनाये गये ब्लॉक आरेखों को प्रादेशिक अध्ययनों में प्रभावशीलता से प्रयोग कर सकते हैं। दो विपर्यासी उदाहरण The *Land of Britain*, भाग 68, वारसेस्टरशायर चित्र 25 में K. M. Buchanan, (लन्दन, 1944) का अपर टीम वैली का आरेख, तथा कैलीफ़ोर्निया की सान जोज़े वैली का विस्तृत जानकारीपूर्ण टिप्पण-लिखित ब्लॉक-आरेख है, जिसे E. N. Torbert ने 'The Specialized Commercial Agriculture of the Northern Santa Clara Valley', *Geographical Review*, अंक 26, पृ० 247-63 (न्यू यार्क, 1936) में संग्रह किया है।

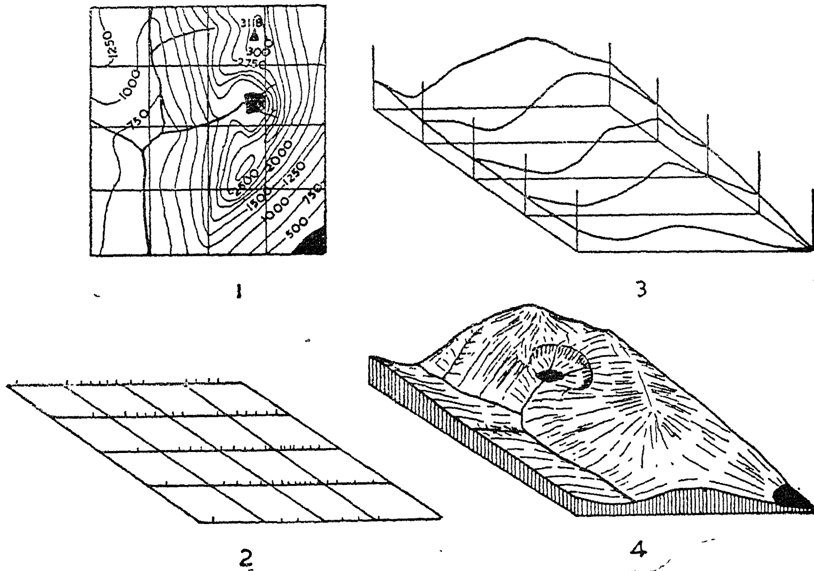
से प्लान को आच्छादित कर दीजिये। जहाँ से प्रेक्षक को देखते हुए माना जा सके, ऐसी सबसे संतोषजनक स्थिति को निश्चित करने के लिए समोच्च रेखा मानचित्र की सावधानी से जाँच



चित्र 52—एक सममितीय (isometric) ब्लॉक-आरेख

धनीय (isometric) ग्राफ़-कागज में मार्ग दर्शक रेखाएँ तैयार मिलती हैं जिनकी सहायता से ऐसी ज्यामितीय आकृतियाँ बनायी जा सकती है जिन पर आभासी संदर्श ब्लॉक-आरेखो को आधारित किया जा सकता है।

कीजिये। स्पष्ट है कि एक ओर की ऊँची पहाड़ियों की एक श्रेणी को पृष्ठभूमि में रखा जायेगा, एक U आकार की घाटी को लगभग अनुदैर्ध्य रूप में देखेंगे तथा किसी हिमज गह्वर को उसके मुख के विपरीत किसी विन्दु से देखेंगे। जब ब्लॉक-आरेख का दिक्विन्यास निश्चित हो जाय तो वर्ग तथा उसके ग्रिड को एक समचतुर्भुज में प्रक्षेपित कीजिये;[1] वर्ग की और ग्रिड वर्ग की भुजाएँ अपनी सही लम्बाई की बनी रहेंगी (चित्र 54)। स्पष्ट है कि आधार तथा पार्श्व के बीच का कोण ब्लॉक के तिरछेपन को निश्चित करता है। इस कोण को सामान्यत: 30 तथा 45 अंशों के बीच होना चाहिये; इससे बड़े कोण से एक अधिक ऊँचे दृष्टिविन्दु का प्रभाव उत्पन्न हो जायेगा, और इससे छोटा कोण इसके विपरीत परिणाम देगा। अब बहुपरिच्छेद विधि या स्तरविधि के द्वारा उच्चावचन की बारीकियों को वर्ग से समचतुर्भुज पर स्थानांतरित किया जा सकता है।



चित्र 53—बहु-परिच्छेद विधि से एक ब्लॉक-आरेख का निर्माण

1. ग्रिड के साथ समोच्च रेखा अनुरेखण; 2. एक समचतुर्भुज में प्रक्षेपण तथा समोच्च रेखा प्रतिच्छेदनों का आलेखन; 3. क्षैतिज ग्रिड-रेखाओं के सहारे परिच्छेदों का निर्माण; 4. छायाकरण के साथ आरेख का समापन।

---

1. W. A. White, 'Topographic Sketches from Contour Maps', *Surveying and Mapping*, अंक 3, सं० 4, (वाशिंगटन, 1943) ब्लॉक–आरेख बनाना प्रारम्भ करने से पहिले समोच्च-रेखा मानचित्र से समोच्च-रेखाओं का अग्रसंक्षेपण (foreshorten) करने की दो विधियों का वर्णन किया है। एक विधि में फ़ोटोग्राफ़ी का उपयोग किया जाता है, और दूसरे में समान्तर प्रक्षेप का काम पड़ता है जिसमें प्रकाश के एक शक्तिशाली किरण पुंज (beam) का प्रक्षेपण एजेन्ट की तरह उपयोग करते हैं।

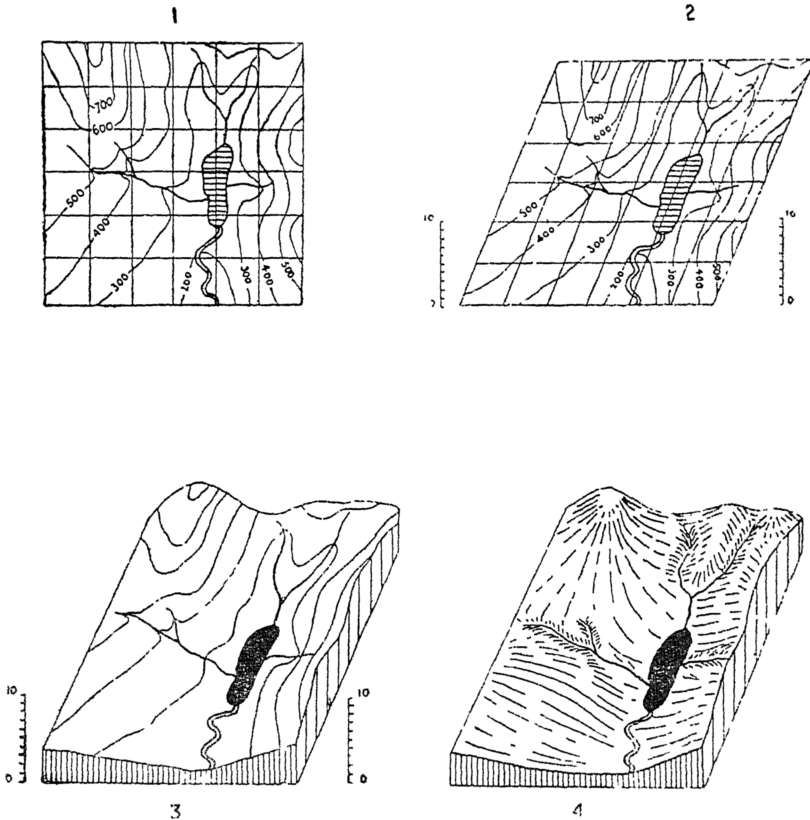
बहु-परिच्छेद विधि (चित्र 53) जैसा कि एक साधारण परिच्छेद में करते है ब्लॉक की प्रत्येक भुजा के सहारे और वर्ग ग्रिड की प्रत्येक रेखा के सहारे बारी-बारी से सीधी कोरों की एक श्रेणी रखते हुए समोच्च रेखाओं के प्रतिच्छेदनों, स्थानीय-ऊँचाइयों और शिखरों, नदियों तथा घाटियों के चिन्ह लगाइये । इन विन्दुओं को प्रक्षिप्त समचतुर्भुज पर स्थानांतरित कीजिये । एक ऊर्ध्वाधर मापनी चुनिये; समतल भूमि के लिए क्षैतिज मापनी की तुलना में अतिशयोक्ति को दस गुने से अधिक नही होना चाहिये, और पर्वतीय भूभाग में किसी भी अतिशयोक्ति की आवश्यकता नही हो सकती । ब्लॉक के चारों किनारों तथा क्षैतिज ग्रिड रेखाओं के सहारे परिच्छेदों को बनाइये । यह आवश्यक नही है कि प्रत्येक परिच्छेद खींचा जाय । स्पष्ट है कि कुछ तो अदृष्य भूमि में पड़ सकते है और कुछ के बदले में कहीं-कहीं लम्ब बनाये जा सकते हैं । ऐसा हो सकता है कि परिच्छेदों की श्रेणी के द्वारा कुछ सुस्पष्ट लक्षण पर्याप्त रूप से सम्मिलित न हों, अत: आवश्यकतानुसार अतिरिक्त परि-च्छेद अथवा लम्ब जोड़े जा सकते हैं । नदियों, शिखर रेखाओं, कगारों के कोरों आदि को स्थल प्लान से एकदम समचतुर्भज पर स्थानांतरित किया जा सकता है, और उनके सहारे परिच्छेद बनाये जा सकते हैं ।

परिच्छेदों, सरिताओं तथा अन्य बारीकियों का मार्गदर्शकों के रूप में उपयोग करते हुए स्थलाकृति का छायाकरण कीजिये और मूल मानचित्र को सावधानीपूर्वक देखते चलिये जिससे कि छोटी बारीकियाँ जो परिच्छेदों में नहीं दिखलायी पड़ती, वे ब्लॉक पर परिशुद्धता से प्रदर्शित हो जायें । अदृष्य भूमि के विषय में विशेष सावधानी से काम लीजिये । झीलों तथा गिरिताल (tarns) जैसे लक्षणों का प्रदर्शन कठिन है, क्योंकि इनके धरातलों को ढालू दिखलायी देने वाला बना डालना सरल है ।

जब पेंसिल-ड्राफ्ट पूरा हो जाय तो ब्लॉक के कोरों, गगन-रेखा, छायाकरण तथा अन्य बारीकियों पर स्याही कीजिये और निर्माण की रेखाओं को मिटा दीजिये । केवल आवश्यक रेखाएँ लेते हुए, एकदम स्याही से अनुरेखण करना अधिक सरल और अधिक स्पष्ट हो सकता है । गहराई प्रस्तुत करने के लिए ब्लॉक के कोर का छायाकरण करते हुए उसे पूरा कीजिये तथा एक शीर्षक, एक क्षैतिज तथा एक ऊर्ध्वाधर मापनी, चुनी हुई स्थानीय ऊँचाइयों और पहाड़ियों तथा सरिताओं के कोई नाम देने हों तो उन्हें सम्मिलित कर दीजिये । रेखा-कार्य को उलझन से बचाने के लिए अक्षर लेखन को यथासंभव ब्लॉक-आरेख के बाहर रखिये । नदियों, झीलों और उनके नामों को नीली स्याही में बनाया जा सकता है, स्थानीय-ऊँचाइयों तथा पहाड़ी के नामों को भूरे में रेल मार्गों को लाल तथा जंगलों को हरे में ।

स्तर विधि (चित्र 54) : जब वर्ग तथा उसके ग्रिड को एक समचतुर्भज में प्रक्षिप्त कर चुकें, तो ग्रिड रेखाओं को मार्गदर्शक रखते हुए समोच्च रेखाओं तथा सरिताओं को मान-चित्र से समचतुर्भुज पर प्रक्षेपित कीजिये । इस प्रकार से समोच्च रेखा मानचित्र का आभासी संदर्श दृष्य उपस्थित हो जायेगा । आवश्यक हो तो ऊर्ध्वाधर मापनी को कुछ अतिशयोक्ति के साथ चुनिये। समचतुर्भुज की रूपरेखा को अनुरेखण कागज़ पर बनाइये और आधार

के प्रत्येक कोने पर चुनी हुई मापनी के अनुसार लम्ब खींचिये, उदाहरणार्थ, 0·1 इंच प्रति 100 फ़ुट । कोनों को परिशुद्धता से मिलाते हुए, इस अनुरेखण को आभासी संदर्श प्लान पर रखिये और फिर इसे ऊर्ध्वावर मापनी के सहारे ऊपर की ओर सरकाइये जब तक कि सर्वोच्च समोच्च रेखा ऊर्ध्वाधर मापनी पर अपनी ऊँचाई के तल पर न पहुँच जाय, और इस समोच्च रेखा का अनुरेखण कीजिये । अनुरेखण को नीचे सरकाइये जब तक कि दूसरी



चित्र 51—स्तर विधि से एक ब्लॉक आरेख का निर्माण

1. ग्रिड के साथ समोच्च रेखा अनुरेखण; 2. एक समचतुर्भुज में प्रक्षेपण तथा ऊर्ध्वाधर मापनी रेखाएँ (100 फ़ुट में); 3. प्रत्येक समोच्च रेखा अपनी सही मापनी-ऊँचाई पर खींची गयी; 4. छायाकरण के साथ आरेख का समापन ।

सबसे ऊँची समोच्च रेखा ऊर्ध्वाधर मापनी पर उसी ऊँचाई की संख्या के सामने न आ जाये, फिर उसका अनुरेखण कीजिये, और इसी प्रकार करते रहिये । यदि कोई नीची समोच्च रेखा ऊँची समोच्च रेखा को काटती है तो उसे आगे बढ़ाना आवश्यक नहीं है

क्योंकि वह स्पष्टतः दिखलाई नहीं देगी।[1] सरिताओं तथा झीलों को उनकी सही ऊँचाई पर बनाइये। ब्लाक के कोरों को पूरा कीजिये और समोच्च रेखाओं के सिरों को चारों कोनों को मिलाने वाली रेखाओं से मिला दीजिये, अर्थात् परिच्छेदों मे, और इसमें यह सावधानी रखिये कि उसमें कोई अदृष्य भूमि सम्मिलित न हो जाय। इसके बाद मापनी के अनुसार, उनकी सही ऊँचाइयों पर प्रक्षिप्त समोच्च रेखाओं तथा सरिताओं की तरह की अन्य बारीकियों को मार्ग दर्शकों के रूप में प्रयोग करते हुए, चित्रण का छायाकरण तथा समापन कीजिये, जैसा कि बहु-परिच्छेद विधि में बतलाया गया है।

संदर्श ब्लॉक-आरेख

ऊपर वर्णित तरीकों से बनाये गये ब्लॉक-आरेख किसी उच्चावचन मॉडल के तिरछे दृष्य से मिलता हुआ एक अच्छा सामान्य प्रभाव उत्पन्न करेंगे। किन्तु यह समझना चाहिये कि क्षैतिज एवं ऊर्ध्वाधर मापनी की एकरूपता को पूरे आरेख में बनाये रखा जाय, क्योंकि वर्ग तथा समचतुर्भुज की भुजायें और फलतः ग्रिड की भुजायें समान रखी जाती हैं। दूसरे शब्दों में आरेख को संदर्श में नहीं बनाया जाता। तथापि, यदि चाहें तो अपेक्षाकृत बहुत अधिक परिश्रम के साथ ब्लॉक-आरेखों को एक विन्दु या दो विन्दु संदर्श में बनाया जा सकता है।[2]

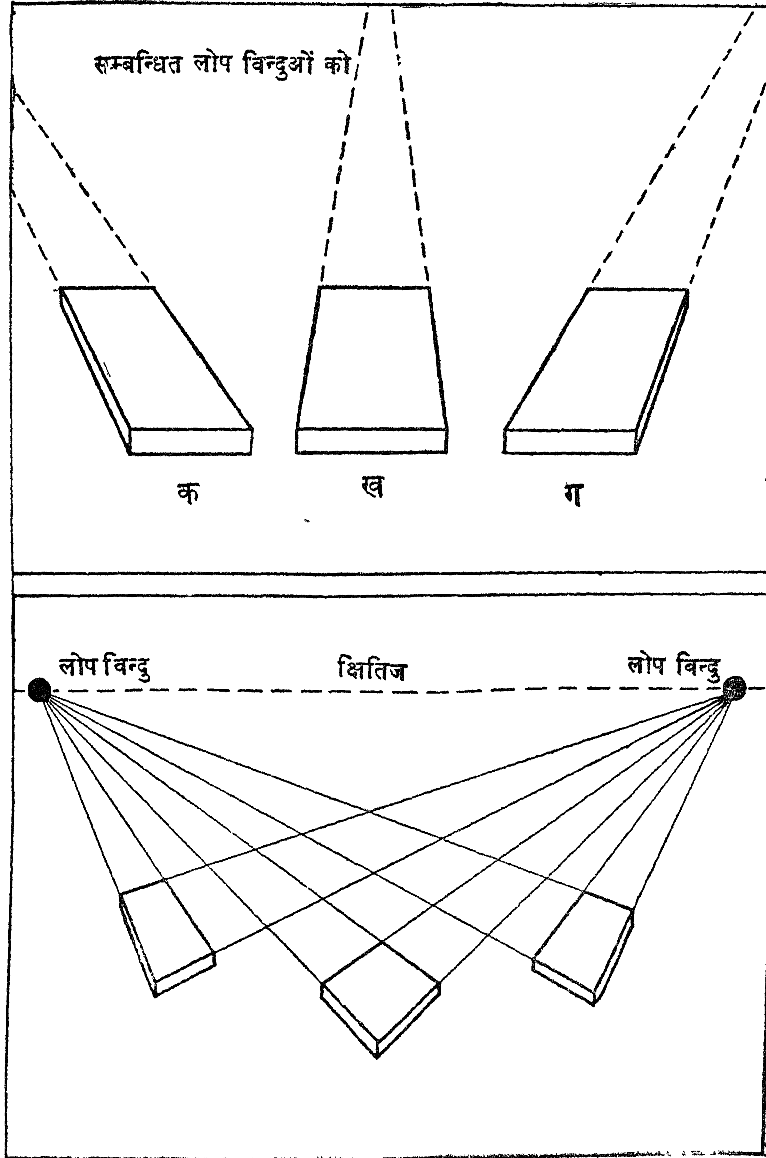
एक-विन्दु संदर्श : इस दशा में प्रेक्षक की ओर सीधे देखते हुए आरेख के सामने का भाग पिछली कोर के समांतर एक क्षैतिज रेखा होती है। आरेख के पार्श्व तथा प्लान पर की सब ऊर्ध्वाधर रेखाएँ प्रेक्षक के क्षितिज पर एक दूर स्थित लोपी विन्दु की ओर अभिसरण करती हैं। प्रेक्षक के सम्बन्ध में आरेख को अनेक प्रकार से स्थित किया जा सकता है; वह इसे सामने से देख सकता है, जिसमें केवल सामने की कोर दिखलाई देगी, अथवा एक ओर

---

1. P. T. Dufour ने, 'Les Perspectives Reliefs', *Review Géographie Annuelle*, अंक 8 (पेरिस, 1917) में, एक युक्ति का वर्णन किया है जो कि एक प्रकार का पेन्टोग्राफ़ है। इसमें एक लम्बा दण्ड होता है जिसका एक सिरा एक खाँचे में सरकता है, और दूसरे में एक अनुरेखण-विन्दु होता है तथा एक पेंसिल रहती है जिसकी स्थिति को दण्ड के मध्य के निकट हटाया जा सकता है। पेंसिल को ड्राइंङ्ग कागज़ पर तथा अनुरेखनी (tracter) को मानचित्र पर रखते हैं और फिर अनुरेखनी को समोच्च रेखाओं पर चलाते हैं। समोच्च रेखाओं को किसी भी अंश के झुकाव (tilt) पर पेंसिल पुनरुत्पादित करती है। प्रत्येक उत्तरोत्तर समोच्च रेखा के लिए कागज़ को चुनी हुई ऊर्ध्वाधर मापनी के सहारे सरकाते हैं, जैसा कि सामान्य स्तर विधि में किया जाता है। साधारण मानचित्रों के लिए यह एक शीघ्रतापूर्ण विधि है, किन्तु उलझनपूर्ण समोच्च रेखाओं के साथ इसका उपयोग कठिन है। छायाकरण और अन्य बारीकियाँ इसमें वैसे ही भरते हैं जैसे कि किसी अन्य विधि में।

2. Axel Schou, *The Construction and Drawing of Block Diagrams* (लन्दन, आदि, 1962) भी देखिये, जिसमें कुछ सुन्दर चित्र हैं।

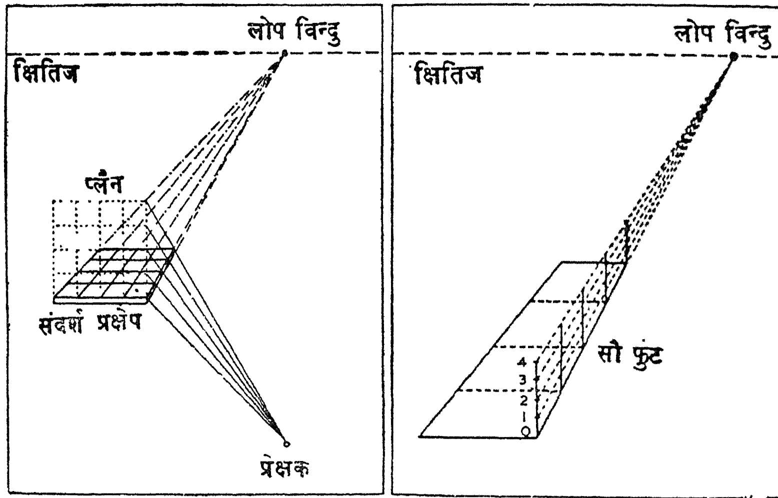
से (चाहे दाहिनी या बायी) और इस प्रकार सामने का सिरा और एक पार्श्व दिखलाई देगा (चित्र 55)। दूसरी दशा में प्रेक्षक के सामने का आधार कोण 45 अंश का होना चाहिये।



चित्र 55, 56—एक-विन्दु और दो-विन्दु सन्दर्श ब्लॉक-आरेख

समोच्च रेखा-मानचित्र तथा उनके ग्रिड से लिये गये आधार-प्लान को संदर्श में प्रक्षिप्त करना होता है। एक मेज़ पर, कुछ दूरी पर, एक पिन की सहायता से लोपी विन्दु

को स्थित कीजिये। सामने की कोर को उसके सही आकार में बनाइये, और एक लम्बा रूलर लेकर पार्श्व के कोरों, ऊर्ध्वाधर-ग्रिड-रेखाओं, और गहराई की रेखा को उस लोपी विन्दु पर अभिसरण करते हुए बनाइये (चित्र 57)। ब्लॉक की पिछली कोर को प्रक्षेपित करने के लिए आधार-प्लान के कोनों से पीछे की ओर प्रेक्षक के दृष्टि-विन्दु तक दृष्टि रेखाएँ खींचिये। स्पष्ट है कि ब्लॉक के सामने से पीछे की ओर क्षैतिज मापनी कम होती जायेगी। जिस बात का सदैव ध्यान नहीं रहता वह यह है कि ऊर्ध्वाधर मापनी भी घट जाती है। इसे ज्ञात करने के लिए आगे तथा पीछे के कोनों पर और कोर के साथ क्षैतिज ग्रिडरेखा के प्रत्येक प्रतिच्छेदन पर एक लम्ब खींचिये। चुनी हुई मापनी के अनुसार अगले लम्ब पर समोच्च रेखा के अन्तराल चिह्न लगाइये और प्रत्येक ऊँचाई से लोपी विन्दु को रेखाएँ



चित्र 57, 58—एक-विन्दु संदर्श ब्लॉक-आरेख

चित्र 57 में यह समझाया गया है कि (टूटी रेखाओं से दिखलाये गये) आधार-प्लान का (ठोस रेखाओं वाले) संदर्श में किस तरीके से आलेखी प्रक्षेपण किया जाता है।

चित्र 58 यह दिखलाता है कि प्रत्येक लम्ब के लिए ऊर्ध्वाधर मापनी किस प्रकार निश्चित की जाती है।

खींचिये; इस प्रकार प्रत्येक लम्ब पर सही ऊर्ध्वाधर मापनी प्रक्षेपित हो जाती है (चित्र 58)। आधार-प्लान से आम तरीके से प्रत्येक क्षैतिज परिच्छेद रेखा को आलेखित कीजिये, और चिह्नों को प्रक्षिप्त क्षैतिज पर स्थानांतरित कीजिये। ऊर्ध्वाधर मापनी विशेष के अनुसार परिच्छेदों को खींचिये। जब परिच्छेद पूरे हो जायें तो छायाकरण तथा अन्य बारीकियों को आम तरीके से सम्मिलित किया जा सकता है।

सामने की कोर के अतिरिक्त और किसी रूप में कोई मापनी व्यक्त नहीं करनी चाहिये। ब्लॉक के नीचे यह लिखना अधिक सुविधाजनक होगा : "क तथा ख (दो प्रमुख विन्दुओं) के बीच की दूरी 5 मील है", जो कि ब्लॉक-आरेख के लिए बिल्कुल पर्याप्त होता है, और ऊर्ध्वाधर मापनी का संकेत कुछ स्थानीय ऊँचाइयों से दिया जा सकता है।

दो-विन्दु संदर्श : इस दशा में ब्लॉक-आरेख का एक कोना प्रेक्षक की ओर होगा और दो कोरें उससे दूर दिशा में घूमी हुई होंगी। समान्तर पार्श्वों के जोड़े, प्रक्षेपित करने पर क्षितिज पर, प्रेक्षक के दाहिने तथा बायें दो लोप विन्दुओं पर मिलेंगे (चित्र 56)। इन दो लोपी विन्दुओं की ओर रेखाएँ खींच कर, और इन मार्गदर्शक रेखाओं की सहायता से समोच्च रेखा प्रतिच्छेदनों को स्थानान्तरित करते हुए स्थल प्लान का वर्ग जाल संदर्श ब्लॉक पर स्थानांतरित कर दिया जाता है। एक-विन्दु संदर्श के समान ही इसमें भी बदलती हुई ऊर्ध्वाधर मापनियों को प्राप्त किया जाता है। इस ब्लॉक-आरेख में भूवैज्ञानिक परिच्छेद दिखलाना संभव होता है (चित्र 60)।

संदर्श सन्निकटन : संदर्श प्राप्त करने के ये दोनों यांत्रिक तरीके कुछ परिश्रमपूर्ण हैं; और एक छोटी मापनी के ब्लॉक-आरेख पर वे कदाचित अनावश्यक रूप से विस्तृत भी हैं। काल्पनिक स्थलरूपों के सरल रेखाचित्रीय आरेखों का उपयोग करते समय, पीछे की कोर को आगे की अपेक्षा कुछ छोटी बना कर पार्श्वों को उसकी ओर ढालू रखते हुए एक-विन्दु संदर्श का प्रभाव उत्पन्न किया जा सकता है। ब्लॉक की पिछली दो कोरें जिस कोण पर मिलती हैं उसे आगे के कोण से कुछ बड़ा बना कर दो-विन्दु संदर्श का प्रभाव प्रस्तुत किया जा सकता है।

भूवैज्ञानिक मानचित्र

भूगोलवेत्ता के लिए भूवैज्ञानिक मानचित्र बड़े मूल्यवान होते है। जो विविध भूवैज्ञानिक मानचित्र मिलते हैं उनसे भौतिक भूगोलवेत्ता स्थलरूपों के अपने अध्ययन में बहुत से आवश्यक आँकड़े प्राप्त कर सकता है।

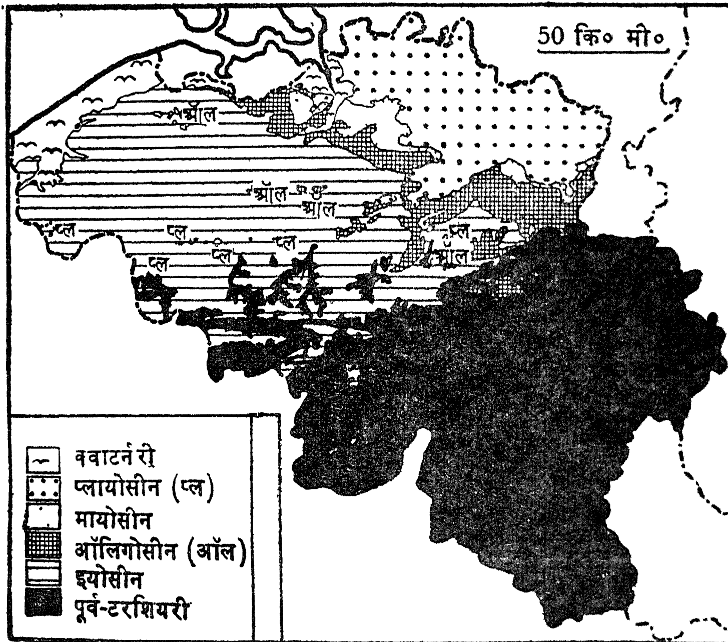
भूवैज्ञानिक मानचित्रों की विस्तृत व्याख्या पर यहाँ विचार नहीं किया जा सकता। भूगोल के विद्यार्थी को ब्रिटिश ज्यॉलॉजिकल सर्वे के द्वारा प्रकाशित मानचित्रों के नमूनों की जाँच करनी चाहिये तथा प्रयुक्त रंग, विन्दुचित्रण, प्रतीक तथा अक्षरलेखन की विस्तृत योजना तथा बहुत बारीकी वाले निर्देशों पर विचार करना चाहिये। उसे अक्षरलेखन और आयु के अनुसार भूवैज्ञानिक श्रेणी को संख्या देने के तरीके को पहिचान लेना चाहिये। जो भूगोलवेत्ताभूवैज्ञानिक मानचित्रों का विस्तार में अध्ययन करना चाहता है, उसे नीचे दिये संदर्भों को पढ़ना चाहिये।[1] इस संक्षिप्त खण्ड में केवल उन तरीकों पर विचार करना

1. (क) C. Barrington Brown तथा F. Debenham, *Structure and Surface* (लन्दन, 1929); (ख) R. M. Chalmers, *Geological Maps; the Determination of Structural Detail* (लन्दन, 1926); (ग) A. R. Dwer-

आवश्यक है जिनसे उच्चावचन मानचित्रों तथा आरेखों में भूवैज्ञानिक जानकारी सम्मिलित की जा सकती है।

पुनरुत्पादन तथा अनुरेखण

किसी प्रादेशिक प्रबन्ध के भौतिक आधार को चित्र द्वारा समझाने के लिए आमतौर से उच्चावचन मानचित्रों के साथ एक भूवैज्ञानिक मानचित्र की रूपरेखा दे दी जाती है। मुख्य समस्या यह है कि कितनी बारीकी दर्शायी जाय ओर उसे किस प्रकार चित्रित तथा पुनरुत्पादित करें। केम्पेनलैण्ड के नीचे स्थित प्लायोसीन रेत तथा बजरियों के विशाल क्षेत्र को विशेष महत्व देने वाले, बेल्जियम के मुख्य लक्षणों की रूपरेखा चित्र 59 में दिखलायी गयी

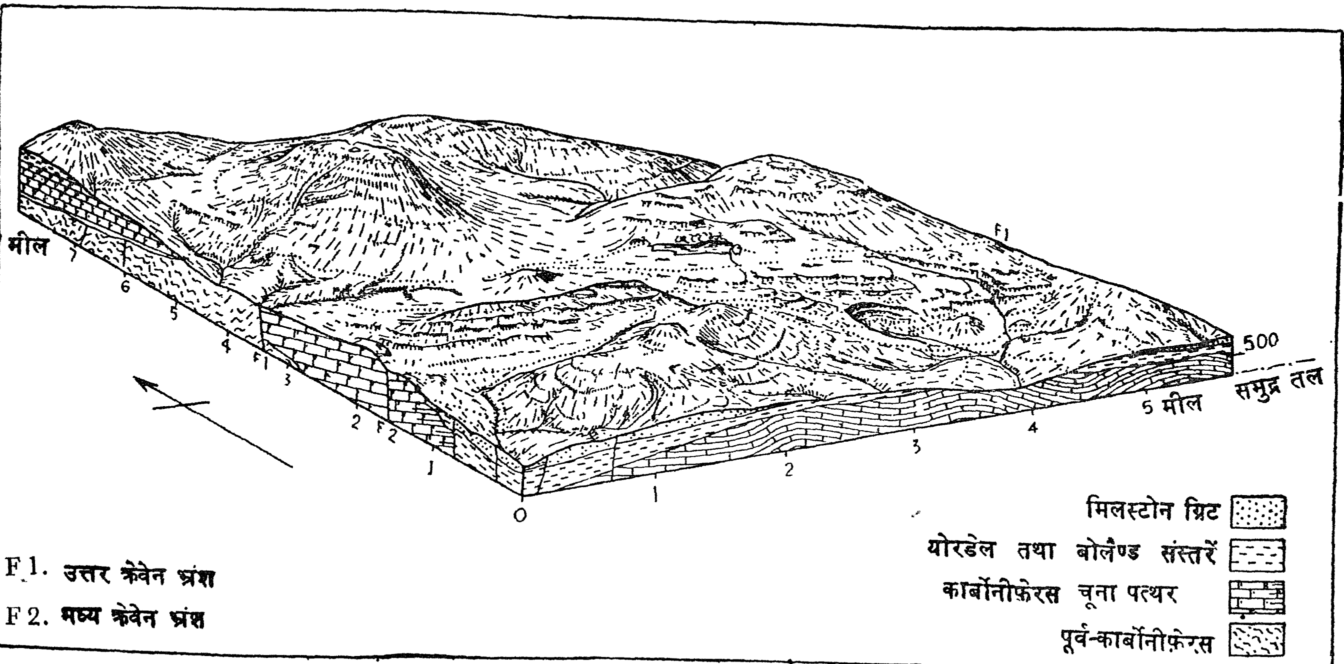


चित्र 59—एक रूपरेखीय भूवैज्ञानिक मानचित्र

जे० हाल्किन, *Atlas classique*, प्लेट 16, (नामूर, 1934) पर आधारित।

---

ryhouse, *Geological Maps, Their Interpretation and Use* (लन्दन, 1924); (घ) K. W. Earle, *The Geological Map* (लन्दन, 1936); (ङ) G. E. Elles, *The Study of Geological Maps* (कैम्ब्रिज, 1921); (च) A. A. Miller, 'Geological Structure' अर्थात् *The Skin of the Earth*, खण्ड I तथा II, पृ० 11-27 (लन्दन, 1953), जिसमें नतिलंब तथा नमन स्तरों की मोटाई, दृष्यांश की प्रकृति, बलन, भ्रंश, तथा परिच्छेदों आदि को निश्चय करने का वर्णन है।

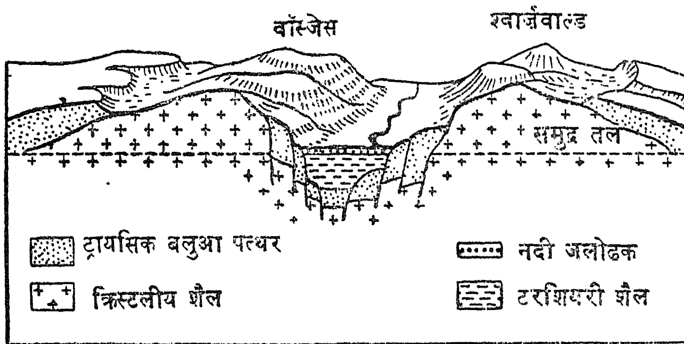


चित्र 60—एक दो-विन्दु संदर्श ब्लॉक-आरेख

मूल मानचित्र का संग्रह आर० जी० एस० हडसन की सहायता से पी० इवांस ने किया था; मूल चित्रण आर० ए० वाटलिंग का है। यह ब्लॉक-आरेख वेस्ट राइडिंग के क्रेवेन क्षेत्र का है। चित्र के दाहिने अग्रभाग में मैलहम कव तथा गोरडेल स्कार हैं, जिनके पीछे मैलहम टार्न तथा फ़ाउन्टेन फ़ेल हैं। पृष्ठ भाग में पेन-ई-घेन्ट है। ब्लॉक के धरातल पर बनी हुई विन्दु-रेखाएँ दृश्यांशों (outcrops) को दर्शाती हैं।

है। आर्डेन्स की वे जटिलताएँ, जिनका उस अध्ययन से सम्बन्ध नहीं था, 'पूर्व-टरशियरी चट्टानों' के नाम से दिखलाये गये ठोस काले रंग के द्वारा छिपी हुई हैं। स्पष्ट है कि बड़ी मापनी के छपे हुए रंगीन मानचित्रों की सभी बारीकियों को यहाँ नहीं दिया जा सकता और यह वांछनीय भी नहीं होगा। भूगोलवेत्ता जो चाहता है उसे चुनता और निकाल लेता है; इंगलैण्ड का चाकक्षेत्र, लेकलैण्ड डोम की पैलियोज़ोइक चट्टानें, दक्षिणी-पश्चिमी प्रायद्वीप के ग्रेनाइट गिरिपिंड (massif), मध्य-यूरोप की लोयस, यूगोस्लाविया के चूने के पत्थर (कार्स्ट—karst), और फ्रांस के सेन्ट्रल मैसिफ़ के ज्वालामुखी क्षेत्रों के मानचित्र ऐसे कुछ उदाहरण हैं। ऐसे और भी असंख्य उदाहरण दिये जा सकते हैं, और भूगोल की ऐसी थोड़ी-ही पाठ्य पुस्तकें होंगी जिनमें, चाहे कितना भी सरल, कोई भूवैज्ञानिक मानचित्र न हो। फिर भी, बारीकियों को परिशुद्धता से निकालना चाहिये।

निबन्ध के किसी मानचित्र को हाथ से रंगा जा सकता है, किन्तु लाइन-ब्लॉक के लिए काले तथा सफ़ेद प्रतीकों को (जिनमें से कुछ चित्र 18 में दिखलाये गये हैं) सावधानी से चुनना चाहिये। यह याद रखना चाहिये कि भूवैज्ञानिक श्रेणी के कुछ प्रतीक प्रयोग के द्वारा मानकीकृत हो गये हैं। स्थिति के कुछ मार्ग दर्शक, जैसे कि नदियाँ, और एक-दो स्थानीय नामों को सम्मिलित किया जा सकता है, किन्तु पास पास स्थित काले एवं सफ़ेद प्रतीकों के साथ अधिक बारीकियाँ सम्मिलित करना कठिन होता है।



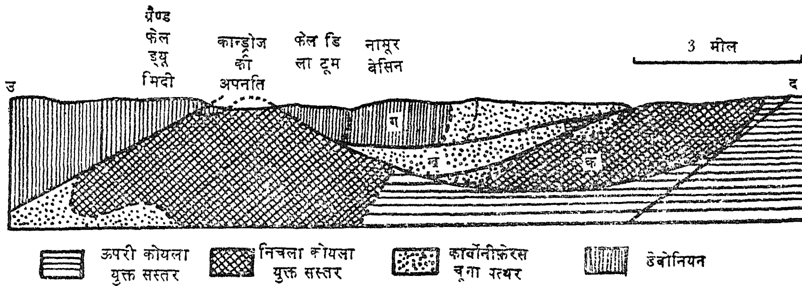
चित्र 61 - आरेखी भूवैज्ञानिक परिच्छेद के साथ एक ब्लॉक आरेख
ए० चोले, *La France*, पृ० 110 (पेरिस, n. d.) पर आधारित।

एक उपयोगी युक्ति यह है कि भूवैज्ञानिक रूपरेखा को पारदर्शी कागज़ पर बनाकर उसी मापनी के विस्तृत उच्चावचन मानचित्र पर अध्यारोपित किया जाय। उदाहरण के लिए, मैलहम टार्न के उत्तर-पश्चिम में क्रेवेन अपलैण्ड्स के एक भाग की रूपरेखा का ड्राइंग कागज़ पर अनुरेखण खींचिये; 250 फ़ुट से अन्तराल पर समोच्च रेखाएँ लीजिये, सरिताएँ सम्मिलित कीजिये, जलज गर्तिकाओं के चिह्न लगाइये, और मुख्य शिखरों के नाम लिखिये। फिर सावधानी पूर्वक कागज़ बिठाते हुए ठीक उसी क्षेत्र के ठोस भूविज्ञान के रूपरेखा मानचित्र का ज्यॉलॉजिकल सर्वे मानचित्रों से अनुरेखण कीजिये। मुख्य दृश्यांशों को हल्के रंग से रंगा जा सकता

है। जब मानचित्र अध्यारोपित किये जाते हैं तो उच्चावचन तथा भू-विज्ञान का परस्पर सम्बन्ध बड़ा असाधारण हो जाता है; ऊँची जंगली पहाड़ियाँ (पेन-इ-घेन्ट के मोनैडनॉकों, फाउन्टेंस फ़ेल तथा इंगिलबरो) मध्य-क्रेवेन भ्रंश से ऊपर का चूने के पत्थर का पठार, योरडेल श्रेणी तथा चूने के पत्थर के मध्य की सीमा के साथ धरातलीय सरिताओं तथा जल अपवाहिकाओं का सम्बन्ध, और कुछ अपोढ पर तथा कुछ पेनाइन्स के अनावृत्त साइल्यूरियन आधार पर मैलहम टार्न की स्थिति, ये सब बहुत आलेखी ढंग से महत्वपूर्ण हो जाते हैं।

भूवैज्ञानिक परिच्छेद

अक्सर किसी स्थलाकृतिक परिच्छेदिका में या ब्लॉक-आरेख की कोरों पर, नीचे स्थित स्तरों की बारीकियों को बड़े प्रभावपूर्ण रूप में सम्मिलित कर देना व्यावहारिक होता है (चित्र 60)।[1] इस जानकारी को स्वयं मानचित्र से ज्ञात किया जा सकता है या अक्सर भूवैज्ञानिक मानचित्र के हाशियों में दिये गये परिच्छेदों से, संस्मरण से या बड़ी मापनी के बारीक कार्य के लिए स्थल पर वास्तविक प्रेक्षण से अधिक सुविधापूर्वक जाना जा सकता है। विभिन्न भूवैज्ञानिक परिच्छेदों में आरेखी, अर्ध-आरेखी तथा परिशुद्ध परिच्छेद सम्मिलित हैं।



चित्र 62 A—एक सामान्यीकृत भूवैज्ञानिक परिच्छेद

ए० ब्रायन्ट 'Etude sur la structure du Bassin Houiller de Hainaut dans le District du Centre', in *Annales de la Société Géologique de Belge*, अंक 21, पृ० 128 (Liege, 1894) पर आधारित।

यह परिच्छेद बेल्जियम के सेंबर म्यूज़ कोयला क्षेत्र के एक भाग की भूवैज्ञानिक जटिलता को एक सरलीकृत रूप में समझाता है। ग्रैण्ड फ़ेल डू मिदी एक विशाल क्षेप-भ्रंश है, जिसके सहारे दक्षिण में आर्डेन्स की कुछ डेवोनियन चट्टानें कोल मेज़र्स के ऊपर कर दी गयी हैं। क, ख, ग अक्षर तीन वृहद् अधिक्षिप्त वेजों को दर्शाते हैं, जिससे कि, नीचे स्थित नवीन कोयलायुक्त अपर कोल मेज़र्स तक पहुँचने के लिए, इन ऊपर स्थित डेवोनियन तथा लोवर कार्बनीफ़ेरस चट्टानों में कूपक (shafts) खोदने पड़े थे।

1. T. Hagen, 'Wissenchaftliche Luftbild—Interpretation', *Geographica Helvetica*, अंक 5, पृ० 209-76 (बर्न, 1950), में ब्लॉक-आरेखों की एक आकर्षक श्रेणी दी गयी है जिनकी कोरों पर भूवैज्ञानिक बारीकियाँ सम्मिलित हैं।

आरेखी परिच्छेद : ये आमतौर से छोटी मापनी के तथा सामान्यीकृत होते हैं और इनमें काफ़ी ऊर्ध्वाधर अतिशयोक्ति होती है, किन्तु भौतिक भूगोल की सामान्य संकल्पनाओं को चित्र द्वारा समझाने के लिए इनका उपयोग बड़ी प्रभावशीलता के साथ किया जा सकता है। भूवैज्ञानिक दशाओं को परिच्छेदिका में या ब्लॉक-आरेख की कोर पर दिखलाया जा सकता है। परिचित उदाहरणों में वील्ड, इंगलैण्ड के कगारस्थल, पेनाइन्स, राइन रिफ्ट-वैली (चित्र 61), और मध्य यूरोप के हरसीनियन वलन (चित्र 62) के परिच्छेद सम्मिलित हैं। जब ठोस भूविज्ञान का कुछ आभास प्रस्तुत किया जाय, तो विविध स्थलरूप आरेख (उदाहरण के लिए ज्वालामुखी शंकु, सिल, लैकोलिथ, विषम विन्यास तथा भ्रंश रेखाएँ) और अधिक स्पष्ट तथा आलेखी हो जाते हैं।

अर्ध-आरेखी परिच्छेद : ऊर्ध्वाधर अतिशयोक्ति को यथासंभव कम रखते हुए, पहिले एक स्थलाकृतिक अनुप्रस्थ परिच्छेद को परिशुद्धता से बनाया जाता है। दृष्यांश के सही विन्दुओं को भूवैज्ञानिक मानचित्र से इस परिच्छेद पर आलेखित कीजिये ; इन विन्दुओं पर स्तरों के नमन को समांतर रेखाओं से दिखलाते हैं। इस सन्निकटन को केवल एक सरल कगार स्थल भाग के लिए उपयोग में लाते हैं, या जहाँ स्तरों का नमन ज्ञात होता हैं, वहाँ पर। ज्यॉलॉजिकल सर्वे के एक-इंच वाले मानचित्रों में आनत स्तरों के लिए तीरों तथा संख्याओं के द्वारा नमन की दिशा तथा मात्रा को दर्शाते हैं। यदि कोई स्तर (stratum) दो बार दृष्यांश उपस्थित करता है, जैसाकि किसी घाटी के दोनों ओर होता है, तो इन दोनों विन्दुओं को मिलाने वाली रेखा नमन का संकेत करती है। कगार स्थल वाले भाग में ऐसे परिच्छेद का उद्देश्य स्तरों के अध्यारोपण को चित्र द्वारा समझाना रहता है, तथा नमन केवल सन्निकट हो सकता है। तथापि, यदि कुछ ऊर्ध्वाधर अतिशयोक्ति उपस्थित है तो नमन को परिशुद्धता से नहीं दिखलाया जा सकता।

इस विधि को चित्र द्वारा समझाने के लिए, उदाहरणार्थ, एक-इंच आर्डनेन्स सर्वे श्रेणी का उपयोग करते हुए, लोवर सीगरी से मार्लबरो पर केनेट-ऑग संगम तक एक परिच्छेदिका बनायी जा सकती है। फिर एक-इंच ज्यॉलॉजिकल सर्वे श्रेणी के संगत पत्रक पर स्थानांतरित उसी परिच्छेदिका रेखा के सहारे एक सीधी कोर रखिये और दृष्यांशों के सावधानीपूर्वक चिह्न लगाइये। आक्सफ़ोर्ड क्ले से अपर चाक तक इनका एक लम्बा सिलसिला है, जिसके साथ अपोढ की जटिलताएँ मिलती हैं (जिसे बारीक से बारीक ऊपरी पर्त के द्वारा दर्शाना चाहिये), और उच्चावचन परिच्छेदिका के साथ दृष्यांशों को जोड़ना बड़े परिश्रम का काम है। किन्तु इसके परिणामस्वरूप पश्चिम में घाटियाँ, कगार वाले धरातल, तथा दक्षिण-पूर्वी लम्बा नमन ढाल, बड़े स्पष्ट दिखलाई पड़ते हैं। परिच्छेद को पूरा करने के लिए रेखा-कार्य पर स्याही कीजिये तथा सावधानीपूर्वक बने निर्देश के अनुसार स्तरों को रंगिये, परिच्छेद पर स्थलाकृतिक नाम लिखिये और क्षैतिज तथा ऊर्ध्वाधर मापनी, ऊर्ध्वाधर अतिशयोक्ति, दिक्‌विन्यास तथा शीर्षक की आम बारीकियों को पूरा कीजिये।

परिशुद्ध परिच्छेद : इन्हें मुख्यत: खनन या जल-इंजीनियर उपयोग में लाते हैं, और इनका निर्माण आमतौर से स्थल पर ली गयी जानकारी पर आधारित होता है। इन्हें

बिना किसी ऊर्ध्वाधर अतिशयोक्ति के बनाना चाहिये अन्यथा नमन त्रुटिपूर्ण हो जायेगा। परिशुद्ध परिच्छेद के वास्तविक चित्रण में नतिलंब (क्षैतिज तल के साथ संस्तरण धरातल के प्रतिच्छेदन की रेखा), यथार्थ नमन जो कि नतिलम्ब से समकोण पर होती है, तथा आभासी नमन जो नतिलंब तथा यथार्थ नमन के बीच में किसी कोण पर ढाल की एक दिशा होती है, इन सब को निश्चित करना होता है। जैसे ही एक बार नमन की मात्रा निश्चित हो जाती है, तो स्थलाकृतिक परिच्छेद बना लिया जाता है, दृष्यांशों के विन्दुओं को आलेखित कर लेते हैं और स्तरों को सही कोण पर बना लेते हैं। अपनतियों तथा अभिनतियों के विषय में वास्तविक नमन की दो विपरीत दिशाएँ होंगी और वलन का अक्ष उनके बीच में रहेगा। भ्रंशों के कारण और भी जटिलताएँ उत्पन्न होती हैं।

परिशुद्ध परिच्छेदों का चित्रण भूगोलवेत्ता के कार्य क्षेत्र के कुछ बाहर है, और इनके विषय में यहाँ चर्चा करना संभव नहीं होगा। विद्यार्थी को पृ० 165-66 पर संदर्भित ग्रन्थों को देखना चाहिये।



अध्याय **3**

जलवायु के मानचित्र तथा आरेख

आँकड़े

जलवायु के मुख्य **आदिम तत्वों** में सूर्य तथा आकाश से विकिरण, तापमान, वायु की दिशा एवं गति, आर्द्रता, वाष्पीकरण, बादल तथा धूप, वर्षण, हिमावरण तथा वायुमण्डलीय दाब सम्मिलित हैं। प्रत्येक तत्व का आगे चल कर उपविभाजन हो सकता है और उदाहरण के लिए वर्षण में ओले, हिम तथा वर्षा आती है; सब को प्रत्यक्ष प्रेक्षण से नापा जा सकता है। जिन तत्वों का परिकलन प्रायः दो या अधिक के समूह में होता है उन्हें **संयुक्त तत्व** कहते हैं यद्यपि इनमें से कुछ, जैसे आर्द्रता, का प्रत्यक्ष प्रेक्षण हो सकता है। उदाहरणों में तुल्य ताप (तापमान तथा वाष्प दाब) सुखाने की शक्ति (सम्पृक्तता दाब, वाष्प दाब तथा वायु की गति), ठण्डा करने की शक्ति (तापमान, वायु की गति तथा आर्द्रता), तथा महाद्वीपीयता (सौर विकिरण तथा तापमान) सम्मिलित हैं। अन्त में, कुछ अन्य तत्व हैं जिन्हें **व्युत्पन्न तत्व** कहा जा सकता है।[1] इनमें विविध तत्वों की परिवर्तनशीलताएँ, परिसर, बारंबारताएँ, प्रायिकताएँ तथा तीव्रताएँ सम्मिलित हैं।

जलवायु सम्बन्धी प्रकाशित आँकड़ों में, संयुक्त या व्युत्पन्न तत्व सम्मिलित हो सकते हैं; अतः आँकड़ों का वर्गीकरण जटिल तथा परिवर्ती होता है। संसार के कुछ भागों के लिए अनन्त प्रकार की जानकारी उपलब्ध हो सकती है और अन्य भागों के लिए अपेक्षाकृत कुछ भी नहीं।[2] भूगोलवेत्ता के दृष्टिकोण से, जो कि मौसम के बजाय जलवायु में मुख्यतः रुचि रखता है, विविध तत्वों की वास्तविक माप की तुलना में उनके माध्यमान अधिक सार्थक होते हैं। सामान्यतः यह समझा जाता है कि माध्यमानों से 'औसत मौसम' अर्थात् जलवायु की प्रतिछाया मिलती है, किन्तु अपसामान्य मौसमी दशाओं की उपेक्षा नहीं की जा सकती। जैसा कि डब्ल्यू० जी० केन्ड्रिउ कहते हैं, "अपसामान्य मौसमी दशाएँ बहुत

---

1. V. Conrad, *Methods in Climatology* (हारवर्ड, 1944)।
2. *World Weather Records*, Smithsonian Miscellaneous Collection, अंक 79, 90, 105 (वाशिंगटन, विभिन्न तिथियाँ), तथा International Meteorological Organization, *Réseau Mondiale*, 1911-32 (ब्रिटिश मिट्योरॉलाजिकल आफ़िस द्वारा प्रकाशित, 1917-39) देखिये।

महत्वपूर्ण होती हैं, क्योंकि आमतौर से पर्याप्त वर्षा वाले किसी प्रदेश में असामान्य लम्बे या कठोर पाले या लंबित सूखे की संभावना वह अन्तिम विचारणीय वस्तु है जो जीवन के व्यावहारिक कार्यों के लिए माध्य दशाओं के महत्व से बढ़कर हो सकती है।[1] अतः माध्य-मानों की सारणियों के साथ पूरक के रूप में वास्तविक मौसमी दशाओं का संदर्भ भी होना चाहिये, जिसके विषय में सिनाप्टिक (अर्थात् संक्षिप्त) चार्ट में सुविधापूर्वक जानकारी प्राप्त की जा सकती है। ये चार्ट केवल उन तत्वों को एक साथ प्रस्तुत ही नहीं करते जिन्हें कोई जलवायु वैज्ञानिक पृथक-पृथक करना चाहेगा, वरन् वे जलवायु की किसी अमूर्त संकल्पना को वास्तविकता भी प्रदान करते हैं।

तापमान

दैनिक माध्य : जहाँ कहीं तापमान के थर्मोग्राफ़ अभिलेख (records) उपलब्ध हैं, उनसे **वास्तविक दैनिक माध्यों** का परिकलन किया जा सकता है। चौबीस घन्टेवार प्रेक्षणों का माध्य ज्ञात करते हैं; नीचे की सारणी में एक उदाहरण प्रस्तुत है।

घन्टे	प्रेक्षण (सेन्टीग्रेड अंशों में)											वास्तविक दैनिक माध्य
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
पूर्वाह्न	16·1	15·8	15·4	15·1	14·8	15·0	16·1	17·4	18·5	19·4	20·3	21·2	18·6
अपराह्न	21·9	22·6	22·7	22·5	21·9	21·0	19·8	18·8	18·1	17·5	17·0	16·6	

दैनिक माध्य शब्द का उपयोग वहाँ पर करते हैं जहाँ केवल एक सीमित संख्या में प्रेक्षण उपलब्ध हों। अन्तर्राष्ट्रीय मौसम वैज्ञानिक कोड में इसका तात्पर्य 07,1400, और 2100 बजे के दैनिक प्रेक्षणों के माध्य से होता है, और निम्नलिखित सूत्र के उपयोग की सलाह दी जाती है।

$$\textbf{दैनिक माध्य } (^{\circ}\text{ से०}) = \frac{07 + 1400 + 2100 + 2100 \text{ बजे के पठन}}{4}$$

फिर उपर्युक्त सारणी में दिये गये प्रेक्षणों का उपयोग करके,

$$\textbf{दैनिक माध्य } (^{\circ}\text{ से०}) = \frac{16{\cdot}1 + 22{\cdot}6 + 18{\cdot}1 + 18{\cdot}1}{4} = 18{\cdot}7$$

यदि दिन के केवल अधिकतम एवं न्यूनतम तापमान उपलब्ध हैं तो इन दोनों का औसत निकाल कर, **दैनिक औसत तापमान** ज्ञात किया जा सकता है, उदाहरणार्थ :

1. W. G. Kendrew, *The Climates of the Continents*, पृ० 6 (आक्सफ़ोर्ड, 1927)।

$$\text{दैनिक औसत } (^\circ \text{ से०}) = \frac{\text{अधिकतम तापमान} + \text{न्यूनतम तापमान}}{2}$$

$$= \frac{22{\cdot}7 + 14{\cdot}8}{2} = 18.8$$

मासिक माध्य : महीने भर के प्रत्येक प्रेक्षण घन्टे के तापमान के भारित तथा संशोधित औसत को **यथार्थ मासिक माध्य** कहते हैं, किन्तु **मासिक माध्य** ज्ञात करने के लिए केवल दैनिक माध्यों का औसत निकालते हैं। जलवायुविज्ञान सम्बन्धी कार्यों के लिए एक लम्बे समय, प्रायः पैंतीस वर्ष या उससे अधिक, के प्रत्येक महीने का औसत, विशेष वर्षों के मासिक माध्यों से अधिक महत्वपूर्ण होता है। जलवायुवैज्ञानिकों को तापमान के विश्लेषण में लम्बे समय के मासिक माध्य ही मुख्य आँकड़े होते हैं। किन्तु मासिक माध्यों के अतिरिक्त उनके पास माध्य मासिक उच्चिष्ठ (maxiama), माध्य मासिक निम्निष्ठ, परम मासिक अधिकतम, तथा परम मासिक न्यूनतम तापमान का ब्यौरा होना चाहिये।[1]

वार्षिक माध्य : वर्ष के वास्तविक दैनिक माध्य तापमानों का भारित तथा संशोधित औसत, **यथार्थ वार्षिक माध्य** तापमान होता है, किन्तु वार्षिक माध्य निकालने के लिए केवल मासिक माध्य तापमानों का औसत निकाला जाता है। इसमें थोड़ी सी अपरिशुद्धता इस लिए आ जाती है कि सभी महीने समान लम्बे नहीं होते। वार्षिक माध्य तापमानों का सामान्य तुलनात्मक महत्व होता है, किन्तु इन्हें मुख्यतः दीर्घकालीन तापमान प्रवृत्तियों को ज्ञात करने के काम में लाते हैं।

सार्थक माध्य, पराकाष्ठाएँ तथा परिसर : अधिकतम तथा न्यूनतम संख्याओं की तुलना से तापमान को माध्य तथा चरम दैनिक परिसर ज्ञात की जाती है। इन मूल आँकड़ों के अतिरिक्त, कुछ सारणियों में सार्थक तापमानों तथा उनके होने की औसत या माध्य तिथियों की जानकारी मिलती है। उदाहरण के लिए कभी भी अभिलेखित (ever recorded) अधिकतम एवं न्यूनतम तापमान तथा उनके होने की तिथियाँ, पहिले तथा अन्तिम घातक पालों की औसत तिथियाँ, 32° फ़० तथा 42° फ़० (तापमान जिससे ऊपर अधिकांश पौधे उगना आरम्भ कर देते है) से होते हुए बढ़ते तथा घटते हुए माध्य दैनिक तापमानों की औसत तिथियाँ। कृषि-भूगोलवेत्ता के लिए ऐसी जानकारी विशेष उपयोगी होती है।

वर्षा

वर्षण की माप एक मानक वर्षामापी से हो सकती है जो नित्य पढ़ा जा सकता है, या जैसा कि कम होता है, एक स्वतः अभिलेखी यंत्र के द्वारा भी नाप सकते हैं। इन मापों से कुछ अभिलेख संग्रह किये जाते हैं जो भूगोलवेत्ता के काम के होते हैं।

---

1. *Averages of Temperature for the British Isles, for periods ending* 1935 (M. O., 407, 1936) देखिये।

मासिक माध्य : सामान्य कार्यों के लिए वर्षा के मासिक माध्य, कुछ वर्षों की अवधि में, प्रत्येक मास की कुल वर्षा के केवल अंकगणितीय माध्य होते हैं।[1] तथापि, कभी-कभी सब महीनों को समान लम्बाई का बनाना उपयोगी होता है जिससे कि मिथ्या निगमन से बचा जा सके, जैसे कि उदाहरणार्थ यदि फ़रवरी की अगस्त से तुलना करनी हो। इस समानयन को दो प्रकार से कर सकते हैं; (क) 31 दिन वाले महीनों की मात्राओं को 3.2 प्रतिशत घटा देते हैं और फ़रवरी की मात्रा को 6·2 प्रतिशत बढ़ा देते हैं। इस प्रकार प्रत्येक महीना 30 दिन के तुल्य हो जाता है। (ख) सब महीनों को बदल कर वर्ष के बारहवें भाग (अर्थात् 30·438 दिन) के बराबर बना देते हैं। अत: फ़रवरी की मात्रा को 1·077 (लीप वर्ष (leap year) में 1·049) से गुणा करना पड़ता है, तथा 30 दिन के महीनों वाली मात्रा को 1·015 से, और 31 दिन के महीनों वाली को 0·982 से।

किसी स्थान पर वर्ष भर वर्षा के माध्य औसत वितरण को चित्र द्वारा समझाने के लिए वर्षा के मासिक माध्य उपयोगी होते हैं। तथापि, माध्यों से वर्षा की प्रकृति का पता नहीं चलता कि वह भारी या हल्की है, वर्ष प्रति वर्ष विश्वसनीय है या नहीं, और क्या वह पौधों की वृद्धि के सम्बन्ध में प्रभावशील है। अत: जलवायु के इस तत्व को ठीक से समझने के लिए बहुत-सी अतिरिक्त जानकारी आवश्यक है।

मासिक और वार्षिक योग : संसार के बहुत से देशों में वर्षा का ब्यौरा वर्ष प्रति वर्ष प्रकाशित होता है। उदाहरण के लिए एयर मिनिस्ट्री के मिट्यॉरोलाजिकल आफ़िस के द्वारा प्रकाशित **ब्रिटिश रेनफ़ाल** में, ब्रिटिश द्वीप के अनेक स्टेशनों की प्रत्येक वर्ष की कुल वर्षा की जानकारी मिलती है। कुल मासिक वर्षा के वार्षिक सार भी प्रकाशित होते हैं।

वर्षा के दिनों तथा आर्द्र दिनों (Wet days) **की संख्या :** प्रत्येक वर्ष में **बर्षा के दिन** अर्थात् 0·01 इंच से अधिक वर्षा वाले दिनों की संख्या, तथा **आर्द्र दिन** अर्थात् 0·04 इंच से अधिक वर्षा वाले दिनों की संख्या से सम्बन्धित आँकड़े भी **ब्रिटिश रेनफ़ाल** में मिलते हैं। यह याद रखना चाहिये कि कुछ अन्य देशों में एक वर्षा का दिन (rainy day) का अर्थ होता है 0·1 इंच से अधिक वर्षा वाला दिन।

वर्षण बेला (Rain Spell), **आर्द्र बेला या नम दौर** (Wet Spell), **अनावृष्टियाँ तथा शुष्क बेला** (Dry Spell) **:** वर्षण बेला अर्थात् कम से कम 15 क्रमागत वर्षा के दिनों की अवधियाँ, आर्द्र बेला या नम दौर अर्थात् कम से कम 15 क्रमागत आर्द्र दिनों की अवधियाँ, परम अनावृष्टियाँ अर्थात् 15 या अधिक ऐसे क्रमागत दिनों की अवधियाँ जिनमें किसी भी दिन 0·01 इंच या उससे अधिक वर्षा नहीं हुई, आंशिक अनावृष्टियाँ (partial droughts) अर्थात् 29 या अधिक क्रमागत दिनों की अवधियाँ जिनमें माध्य वर्षा 0·01 इंच से अधिक न हो, तथा शुष्क बेला अर्थात् 15 या अधिक क्रमागत दिनों की अवधियाँ जिनमें

---

1. M. de C. S. Slater, Meteorological Office, *Average Monthly Rainfall of the British Isles*, 1881-1915, (पुनर्मुद्रण *British Rainfall*, लन्दन, 1920) देखिये।

किसी भी दिन 0·04 ंच से अधिक वर्षा न हो, आदि जानकारियों की सारणियाँ भी **ब्रिटिश रेनफ़ाल** में मिलती हैं ।

वर्षा की तीव्रता : वर्षा होने की दर स्पष्टत: वाह (run off), मृदा अंत:स्रवण, वाष्पीकरण, मृदा-अपरदन तथा बाढ़ नियंत्रण की समस्याओं से सम्बन्धित है । अत: वर्षा की प्रवृत्तियों को समझने के लिए वर्षा की तीव्रता की जानकारी उतनी ही महत्वपूर्ण है जितनी कि वर्षा के माध्य मान । दुर्भाग्यवश, वर्षा की तीव्रता से सम्बन्धित आँकड़े बहुत असंतोषजनक नहीं हैं, क्यों कि ऐसे स्टेशन कम हैं जो विश्वसनीय वर्षा आरेख (pluviograph) से या वर्षण बेला में आँखों के द्वारा प्रेक्षण करने वाले पर्याप्त कार्मिकों से परिपूर्ण हों ।

तथापि, अधिकांश जलवायु सम्बन्धी सारणियों में थोड़े से स्टेशनों के लिए घन्टेवार वर्षा की अवधि तथा वर्षा की मात्रा की कुछ जानकारी मिलती है । जहाँ ऐसी जानकारी उपलब्ध है, वहाँ निम्नलिखित सूत्र का उपयोग करके वर्षा की माध्य घन्टेवार या दैनिक तीव्रता का परिकलन किया जा सकता है :

$$I = \frac{A}{n}$$

जबकि, A = एक दी हुई अवधि में कुल वर्षा तथा

n = वर्षा के कुल घन्टों या वर्षा के दिनों की संख्या ।

उदाहरण के लिए, इस सूत्र के उपयोग से वर्षा की तीव्रता चेरा पूंजी के 4·17 की तुलना में बोस्टन, मैसा० में 0·36 है । दैनिक तीव्रताओं की अपेक्षा घन्टेवार तीव्रताओं के परिणामों की अधिक अच्छी तुलना हो सकती है ।

वर्षा का विचलन वर्षा आरेखी के अभिलेखों से परिकलित हो सकता है । अवधि की सारणियों में पृथक स्टेशनों के लिए वर्षा के घन्टों के वार्षिक तथा मासिक मान मिलते हैं ।

माध्य वर्षा से विचलन को प्राय: माध्य की अपेक्षा किसी मास या वर्ष में कुल अधिकता या कमी के रूप में सारणीबद्ध किया जाता है; वर्षा की प्रायिकता के विश्लेषण में इन आँकड़ों का उपयोग होता है (अं० सं० 30) ।

वर्षा की प्रभाविता[1] को सामान्यत: कुल वार्षिक वर्षा में से कुछ संभव वाष्पीकरण को घटा कर ज्ञात किया जाता है । संभव वाष्पीकरण को नापने के अनेक तरीके हैं जिनमें से कोई भी पूर्णत: संतोषजनक नहीं है । प्राय: पिच वाष्पनमापी (Piche evaporimeter) का उपयोग किया जाता है, जिसमें एक नली में भरे हुए पानी को एक रंध्रयुक्त कागज़ के टुकड़े से वाष्पीकृत होने देते हैं, और दिये हुए समय में ह्रास की मात्रा को नली पर बनी हुई

1. P. R. Crowe, 'The Effectiveness of Precipitation : A Geographical Analysis of Thornthwaite's Climatic Classification', *Geographical Studies*, अंक 1, सं० 1, पृ० 44-61 (लन्दन, 1954) ।

मापनी से ज्ञात करते हैं। वाष्पीकरण के कुछ आँकड़ों का परिकलन विशाल खुले हौजों या कड़ाहों (pans) में पानी के तल से किया जाता है; संयुक्त राज्य वेदर ब्यूरो कड़ाहा अभिलेखों का व्यापक उपयोग करता है। वाष्पीय-वायुसंचालन अर्थात् वाष्पीकरण से ह्रास धन पौधे के वाष्पोत्सर्जन से आर्द्रता के ह्रास को नापने के लिए विविध प्रयोग किये गये हैं, क्योंकि वनस्पति के धरातलों से वाष्पीकरण द्वारा ह्रास का ज्ञान कृषि के लिए जैव महत्व का होता है। भूमि के अन्दर खुदे हुए हौज़ में रखे गये मिट्टी के खण्ड को बार-बार तौलने (या लाइसीमीटर) से पौधों द्वारा पानी के उपयोग का परिकलन हो सकता है। इससे सरल तरीका, जिसमें खर्चीले संस्थापन की आवश्यकता नहीं है, शक्य वाष्पीय-वायुसंचालन को ज्ञात करना है, अर्थात् ऐसे वनस्पति धरातल से जल का ह्रास जहाँ पर वनस्पति आवरण के उपयोग के लिए मिट्टी में सदैव पानी का पर्याप्त प्रदाय रहता है। शक्य वाष्पीय-वायुसंचालन की दरों का उपयोग मिट्टी की आर्द्रता सम्बन्धी आवश्यकताओं के परिकलन में तथा आपेक्षिक प्रादेशिक शुष्कता निश्चित करने में किया जाता है (अ० सं० 31)।

हिमपात तथा ओले (Snowfall and Hail) को अभिलेख के उद्देश्य से सामान्यत: ठोस वर्षण को गलाकर और इसे वर्षा की कुल मात्रा में सम्मिलित करके नापते हैं, मानों यह भी वर्षा हो। इसके अतिरिक्त वर्ष में कितने दिन हिमपात हुआ तथा ओले गिरे, प्रतिवर्ष कितने दिन हिमाच्छादन रहा, लगातार हिमाच्छादन की अवधि, हिम की माध्य तथा अधिकतम गहराई और हिम तथा ओले गिरने की तीव्रता का अभिलेख रखा जाता है।[1] ब्रिटिश द्वीप में हिमपात अपेक्षाकृत इतने कम बार होता है कि किसी विशेष तीव्रता के पृथक पातों का अभिलेख रखा जा सकता है।

पवन (Wind)

पवन बल की माप कुछ निश्चित समय पर वायु-मापी या राबिंसन कप एनिमॉमीटर जैसे यंत्र के प्रत्यक्ष प्रेक्षण से की जाती है; साथ ही इसकी दिशा को भली प्रकार अनावृत वातसूचक से अभिलेखित किया जाता है। डाइंस प्रेशर-ट्यूब एनिमॉमीटर ऐसा एनीमोग्राफ़ बनाता है जो दिशा तथा बल (Force) दोनों के सतत अभिलेख प्रस्तुत करता है। पवन की दिशा तथा पवन का बल सम्बन्धित हैं और दोनों पक्षों को अलग न करके साथ-साथ विचार करने से अधिक कुशल विश्लेषण किया जा सकता है। और पवन वेग तथा दिशा की अवधि दिन भर में काफ़ी बदलती रहती है और इनके प्रेक्षण का समय बतलाने वाले आँकड़े सब से मूल्यवान होते हैं। पवन सारणियाँ बहुत अधिक स्थान घेरती हैं और उनका मानचित्रात्मक प्रदर्शन, कदाचित, सब मौसमी आँकड़ों से कठिन होता है, क्योंकि इसमें बहुत-सी माप करनी होती है। 1949 तक जब कि संसार के अधिकांश देशों ने अन्तर्राष्ट्रीय मौसम वैज्ञानिक संगठन की संस्तुतियों को मानना स्वीकार किया, पवन की दिशा तथा वेग को

---

1. Meteorological Office, *The Baltic Sea* (लन्दन, 1947) में सारणियाँ देखिये।

नापने के विविध कोडों का उपयोग होता था। उदाहरणार्थ, ब्रिटिश विवरणियों (returns) में दिशा को आमतौर से दिक्सूचक (compass) के कुछ दिग्बिन्दुओं के रूप में व्यक्त किया जाता था, और बल को बोफ़र्ट मापनी के रूप में। अब बल (force) के संशोधित कोड बना लिये गये हैं, और पवन की दिशा की विवरणियों को दहाई अंशों में यथार्थ दिक्मानों की भाँति बतलाया जाता है।[1] तथापि अधिकांश भूगोलवेत्ता यह देखेंगे कि वे 1949 के पहिले संग्रहित औसत आँकड़ों का उपयोग करते हैं, जिनमें से अधिक महत्व वालों को नीचे संक्षेप में दिया गया है।

पवन बल तथा दिशा के मासिक माध्य : सौ में से कितने अवसरों पर दिन के विभिन्न समय पर विभिन्न महीनों में तथा विभिन्न दिशाओं से, पवन विशेष के बहने की आशा की जा सकती है, इसे पवन बल की चार, पाँच या अधिक मापनियों के अनुसार सारणीबद्ध किया जाता है। दुर्भाग्यवश अनेक स्थानों के विषय में बहुत अधिक वर्षों लम्बी अवधि के लिए ऐसी जानकारी अनुपलब्ध है, किन्तु जहाँ कहीं यह मिलती है वहाँ स्थानीय पवनों के विषय में अधिकांश प्रमाण प्रस्तुत करती है।

निर्घात स्तर (Gust levels) : यह समझना आवश्यक है कि पवन वेग से सम्बन्धित आँकड़ों को आमतौर से प्रेक्षण की अवधि के लिए माध्य मान के रूप में व्यक्त करते हैं, और ऐसे आँकड़ों से निर्घातिता का अनुमान नहीं लगाया जा सकता। यदि माध्य पवन वेग ज्ञात हो तो विभिन्न स्टेशनों के विषय में प्रकाशित **निर्घातिता कारक** (G) से स्थानीय निर्घातिता के परिकलन का कुछ साधन उपलब्ध हो जाता है। उदाहरण के लिए, यदि 40 मील प्रति घन्टे के माध्य पवन वेग के लिए G का मान 0·5 है, तो 50 मील प्रति घन्टे जैसी अधिक और 30 जैसी कम गति के निर्घातों की आशा की जा सकती है, यदि G का मान 1·0 हो तो 60 मील प्रति घन्टा के निर्घात आ सकते हैं।

पवन की दिशा के माध्य दैनिक परिवर्तन : कुछ तटीय प्रदेशों में, जहाँ स्थल तथा समुद्री समीर आते हैं, दिन और रात में पवन की दिशा का बदलना विशेष महत्व का होता है।

परिणामी पवन दिशा तथा बल : किसी दी हुई दिशा से औसत पवन बल को मील प्रति घन्टा में लेकर, एक दी हुई अवधि में उसी दिशा से उसके बहने के घन्टों की संख्या से गुणा करने पर **पवन का माध्य** प्राप्त होता है, जिसे मील प्रति घन्टा में व्यक्त करते हैं। यदि किसी स्टेशन के लिए यह आँकडे उपलब्ध हों तो इनसे उस स्टेशन के औसत परिणामी (resultant) पवन वेग, औसत परिणामी पवन दिशा, तथा औसत पवन 'स्थिरता' का परिकलन संभव है।[2]

---

1. Meteorological Office, *International Meteorological Code* (लन्दन, 1948) देखिये।
2. परिकलन की बारीकियों के लिए V. Conrad तथा L. W. Pollak, *Methods in Climatology*, द्वितीय संस्करण (कैम्ब्रिज, मैस०, 1950) देखिये।

यदा कदा यह आँकड़े सारणी के रूप में मिलते हैं, और तीरों के द्वारा प्रवाह-रेखाएँ आलेखित करने में ये उपयोगी होते हैं (अ० सं० 32)।

धूप तथा बादल

धूप की अवधि को कैम्पबेल-स्टोक्स रिकार्डर से नापते हैं, जो कि एक दफ़्ती की पट्टी पर एक जलायी गयी रेखा के रूप में संतत अभिलेख बनाता है। माध्य धूप के आँकड़ों की सारणी का संग्रह प्रतिदिन या प्रति मास परम अवधि के आधार पर, या प्रतिदिन या प्रति मास सम्भव धूप के प्रतिशत के आधार पर किया जाता है।[1]

मेघाच्छादन की कोटि : मेघाच्छादन का धूप से सम्बन्ध है, किन्तु अभिलेखों में विसंगतियाँ मिलती हैं, कुछ अंशों में इसलिये कि धूप अभिलेखी (sunshine recording) यंत्र यथातथ (perfect) नहीं हैं और कुछ अंशों में इस कारण से कि मेघाच्छादन की मात्रा का आम तौर से दिन में केवल तीन बार प्रेक्षण किया जाता है, जब कि बादलों के अधिक प्रकारों के कारण इसकी माप अत्यन्त कठिन है। इसे सामान्यत: दसवें भाग में व्यक्त करते हैं, उदाहरण के लिए 1/10 आकाश मेघाच्छदित, 2/10 इत्यादि। माध्य मेघाच्छादन की सारणियों का दैनिक, मासिक तथा वार्षिक आधारों पर संग्रह किया जाता है।

आपेक्षिक आर्द्रता : मासिक माध्य तथा दैनिक परिसर

एबरडीन	जनवरी %	फ़रवरी %	मार्च %	अप्रैल %	मई %	जून %
उच्चतम माध्य घन्टेवार मान	81·8	81·6	83·0	84·4	86·1	86·4
दैनिक माध्य	80·7	79·6	78·7	78·0	78·5	78 1
न्यूनतम माध्य घन्टेवार मान	78·0	75·4	72·1	70·5	71·8	71·2
दैनिक परिसर	3·8	6·2	10·9	13·9	14·3	15·2

एबरडीन	जुलाई %	अगस्त %	सितम्बर %	अक्टूबर %	नवम्बर %	दिसम्बर %	वर्ष %
उच्चतम माध्य घन्टेवार मान	86·4	87·1	86·3	86·0	83 8	83·4	84·6
दैनिक माध्य	78·5	79·5	80·3	82·4	82·1	82·3	79·9
न्यूनतम माध्य घन्टेवार मान	71·3	70·9	71·9	75·2	78·5	80 0	74·0
दैनिक परिसर	5·1	16·2	14·4	10·8	5·3	3 4	10·6

स्रोत : E. G. Bilham. *The Climate of the British Isles* (लन्दन, 1938)।

1. *Averages of Bright Sunshine for the British Isles* एम० ओ०, 408, 1936) देखिये।

आर्द्रता

आर्द्रता से सम्बन्धित आँकड़े सामान्यत: निश्चित घन्टों पर शुष्क तथा आर्द्र बल्ब-तापमापियों के पठनों से प्राप्त होते हैं किन्तु तापी हाइग्रोग्राफ़ अवश्य ही सतत पठन प्रस्तुत करते हैं।[1] आँकड़ों को व्यक्त करने के विविध तरीके हैं, किन्तु आपेक्षिक आर्द्रता जो वायु की सम्पृक्तता को प्रतिशत मात्रा में दर्शाती है, भूगोलवेत्ता के लिए अधिक रुचिपूर्ण है क्योंकि मानव आराम तथा पौधों की वृद्धि के लिये यह महत्वपूर्ण है।

आपेक्षिक आर्द्रता का दैनिक परिवर्तन काफ़ी अधिक होता है, और इसलिये माध्य दैनिक आँकड़े बहुत अधिक अर्थपूर्ण नहीं होते। माध्य मासिक आँकड़े संग्रह किये जाते हैं, किन्तु दिन के एक विशिष्ट समय के लिए मासिक माध्यों को देना या माध्य दैनिक परिसरों के विषय में अतिरिक्त सूचना देना अधिक सामान्य चलन है, जैसा कि उपरोक्त सारणी से समझ में आता है।

दृष्यता

दृष्यता के प्रेक्षण सामान्यत: विशिष्ट मापनियों के अनुसार दिन में कई बार किये जाते हैं। माध्य आँकड़ों का सामान्यत: पुरानी मापनी के आधार पर संग्रह होता है, किन्तु यह ध्यान रखना चाहिये कि इन्टरनेशनल मिटियोरॉलाजिकल ऑरगनाइज़ेशन ने थोड़े ही समय पूर्व एक नई मापनी का प्रस्ताव किया है।[2] इन प्रेक्षणों का संग्रह एक वारंवारता प्रतिशत आधार पर, सामान्यत: क्रमश: 07, 13 और 18 बजे की माध्य दृष्यता वारंवारताओं के रूप में होता है।[3] यदा कदा ऐसी सारणियों का संग्रह किया जाता है जो, अनेक दिशाओं में से प्रत्येक से कुल पवनों की संख्या के प्रतिशत के रूप में, दृष्यता की विभिन्न मात्राओं की वारंवारता बतलाती हैं।

सिनाप्टिक या संक्षिप्त चार्ट तथा मौसम सार

माध्य आँकड़ों के तत्व-प्रति-तत्व बिश्लेषण से सम्बन्धित जो जलवायु की अमूर्त संकल्पना है, उसे कभी-कभी हितकर संशोधन प्रदान करने में सिनाप्टिक चार्ट तथा मौसम सार के मूल्य का संदर्भ पहिले ही किया जा चुका है। मौसम चार्ट एक अन्य प्रकार से भी मूल्यवान होते हैं, क्योंकि वे सम्पूर्ण मौसमी दशाओं का समय अभिलेख प्रस्तुत करते हैं;

---

1. *Averages of Humidity for the British Isles* (एम० ओ०, 421, 1938, पुनर्मुद्रित 1949) देखिये।
2. पुरानी मापनी के लिए *Instructions for the Preparation of Weather Maps*, with *Tables of Specifications and Symbols* (लन्दन, 1946) देखिये। नयी मापनी के लिये Meteorological Office, *International Meteorological Code* (लन्दन, 1950) देखिये।
3. ऐसी सारणियों के उदाहरण Meteorological Office, *The Bay of Biscay and the West Coast of Spain and Portugal* (लन्दन, 1944) में दिये गये हैं।

भिन्न-भिन्न समय पर विभिन्न स्थानों के औसत मौसम की अधिक व्यापक संकलपना में माध्य आँकड़ों की भाँति इसका भी विश्लेषण किया जा सकता है ।[1]

ग्रेट ब्रिटेन, यूरोप के भाग तथा उत्तरी अमरीका के लिए सन् 1900 से मौसम चार्टों में अभिलिखित की गयी सम्पूर्ण मौसमी दशाओं मे सम्बन्धित जानकारी का विश्लेषण, जिसे कि सर्वप्रथम मौसम के पूर्वानुमानकों ने हाथ में लिया था, जलवायु वैज्ञानिक के लिए बहुत अर्थपूर्ण सिद्ध हुआ है । यह सत्य है कि दाब प्रणालियाँ, वायु-प्रवाह की दिशा तथा मौसम के प्रकार का परस्पर सम्बन्ध, माध्य आँकड़ों के परिश्रमपूर्ण विश्लेषणों से स्थापित किया जा सकता है, किन्तु संक्षिप्त चार्टों के संदर्भ के द्वारा इस समस्या को और अच्छी तरह हल किया जा सकता है । ऐसे विश्लेषणों का उद्देश्य मौसम के विशेष प्रकारों के रूप में जलवायु के अवयवों को स्थापित करना है तथा ऐसे मौसम प्रकारों के ऋतु सम्बन्धी तथा वार्षिक आपतन ज्ञात करना होता है

विचित्रताओं का कैलेण्डर (The Calendar of Singularities) : मौसम की विचित्रताओं (singularities) को जो वर्ष प्रति वर्ष पर्याप्त नियमित रूप से घटित होती हैं, एक कैलेण्डर के रूप में सारणीबद्ध किया जा सकता है। ब्रिटिश मौसम में ऐसी विचित्रताओं के उदाहरण नीचे प्रस्तुत हैं :

(क) पश्चात पतझड़ की वर्षा--अक्टूबर का अंतिम सप्ताह तथा नवम्बर का पहिला पखवारा;

(ख) पूर्व वसंत के प्रतिचक्रवात--मार्च का तीसरा सप्ताह;

(ग) उत्तरी मौसम—मई का पहला पखवारा ।[2]

अभी तक विचित्रताओं के किसी पूर्णत: विश्वसनीय कैलेण्डर का संग्रह नहीं हुआ है, किन्तु अभी तक हुए कार्य से ऋतु सम्बन्धी बड़े परिवर्तनों के विपरीत हमारे मौसम में आकस्मिक (episodal) परिवर्तनों का संकेत अवश्य मिलता है ।

दाब प्रणालियों पर आधारित विशेष प्रकार के मौसम : वायुदाबरैखिक प्रतिरूपों के साथ मौसम के कुछ प्रकार जिस वारंवारता के साथ सम्बन्धित हैं वह मौसमी चार्टों के

---

1. Meteorological Office के निम्नलिखित प्रकाशन देखिये : *Daily Weather Report*; *Monthly Supplement* to the Daily Weather Report; *Daily Aeronautical Record* (इसमें ऊपरी वायुदशाओं के विषय में सूचना है); और *Monthly Weather Report* (इसमें ब्रिटिश द्वीप के 420 स्टेशनों के विषय में सारांश है) । J. A.Taylor तथा R. A. Yates, *British Weather in Maps* (लन्दन, 1958) में British Daily Weather Reports का विस्तृत विश्लेषण 81 मानचित्रों तथा आरेखों की सहायता से समझाया गया है ।
2. H. H. Lamb, 'Types and Spells of Weather in British Isles', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, अंक 76, सं० 330 (लन्दन, 1950) ।

विश्लेषण के लिए एक लाभदायक उपगमन का सुझाव प्रस्तुत करती है। ई० जी० बिलहृभ (उ० ग्र०) ने दिखलाया है कि पूर्वानुमान करने के लिए दाब प्रणालियों (systems) का ई० गोल्ड के वर्गीकरण[1] द्वारा जलवायु के अध्ययन कार्यों के लिए मौसम को सात संवर्गों में सरलीकृत किया जा सकता है, जिनकी औसत ऋतु सम्बन्धी वारंवारताओं को मौसमी चार्टों के अध्ययन से निश्चित कर सकते हैं।

मौसम के दौर : मौसम के लम्बे दौरों की वारंवारताओं के रूप में 'प्राकृतिक ऋतुओं' की परिभाषा बतलाने के उद्देश्य से कभी-कभी दैनिक मौसमी मानचित्रों के विश्लेषण किये गये हैं। ऐसे एक विश्लेषण के आधार पर एच० एच० लैम्ब ने ब्रिटिश द्वीप को चार के बजाय पाँच ऋतु सम्बन्धी विभागों में बाँटने का सुझाव दिया है (अ० सं० 33)।

दैनिक तथा मासिक मौसमी चार्टों के आँकड़ों का अन्तत: जलवायु विभागों को निश्चित करने में उपयोग कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, जे० आर० बॉरचर्ट ने यह दिखलाया है कि ऐसे आँकड़ों को उत्तरी अमरीका के घास क्षेत्र की परिभाषा में प्रयोग किया जा सकता है।[2] इनके कार्य में, मौसमी चार्टों से निकाले गये आँकड़ों को उत्तरी अमरीकी महाद्वीप के आन्तरिक भाग पर विभिन्न दिशाओं से वायु की माध्य वारंवारताओं को ज्ञात करने में उपयोग किया गया था। (अ० सं० 34)।

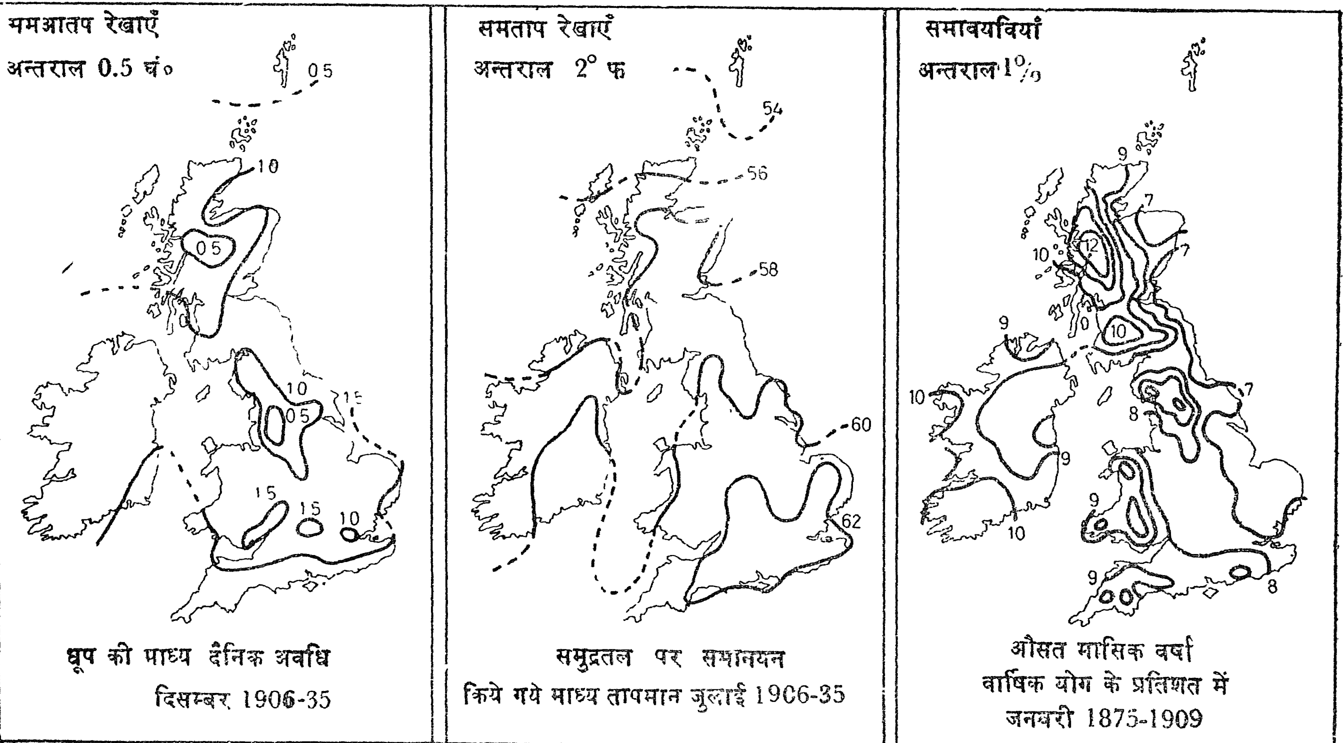
सममानरेखा मानचित्र

सममानरेखाओं के द्वारा जलवायु के आँकड़ों का प्रदर्शन वह सबसे महत्वपूर्ण मानचित्रीय विधि है जिसका जलवायु विज्ञानियों ने उपयोग किया है। इसे जलवायु के किसी भी पक्ष में लगभग एक समान प्रभावशीलता के साथ प्रयोग किया जा सकता है। एक समान माध्य के मान के स्थानों को मिलाने वाली तापमान की (समताप रेखाएँ), वर्षा की (समवर्षा रेखाएँ—isohyets), दाब की (समदाब रेखाएँ), धूप या आतप (sunshine) की (समआतप रेखाएँ—isohels), पाले की (आइसोराइम्स—isorymes), बादलों की (सममेघ रेखाएँ—isonephs) तथा आपेक्षिक आर्द्रता आदि की सममान रेखाएँ (चित्र 63-5) अन्तर्वेशित की जा सकती है (देखिये पृ० 41)।

समदाब रेखाएँ

समदाब रेखाओं के विषय में, प्रेक्षित दैनिक मानों के अन्तर्वेशन में दाब प्रणालियों

1. E. Gold, 'Aids to Forecasting', *Geophysical Memoir*, सं० 16, (एच० एम० एस० ओ० लन्दन, 1920)। R. B. M Levick के दो लेख, 'Fifty Years of English Weather', तथा 'Fifty Years of British Weather', *Weather*, अंक 4, पृ० 206-11, अंक 5, पृ० 245-7 (लन्दन, 1949 तथा 1950) भी देखिये।
2. J. R. Borchert, 'The Climates of the North American Grassland', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 40, सं० 1, पृ० 1-39 (लंकास्टर, पे०, 1950)।



चित्र 63-5—जलवायु की सममान रेखाएँ

(1) E. G. Bilham, *The Climate of the British Isles* (लन्दन 1938); तथा (2) H. R. Mill एवं C. Salter, 'Isomeric Rainfall Maps of the British Isles', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, अंक 41 (लन्दन, 1915)।

की कुछ संरचनाओं को समझना आवश्यक होता है, अन्यथा अति सरलीकरण के द्वारा वाताग्र का चित्रण छिप जाने की संभावना है। दैनिक मौसमी सारों में दिये गये सारणीबद्ध प्रेक्षणों से समदाब रेखाएँ बनाने का प्रयास करना, और फिर इसके परिणाम की तुलना प्रकाशित मौसम के मानचित्र पर बनी रेखाओं से करना इस विशेष कठिनाई के निवारण का सबसे व्यावहारिक तरीका है। फिर अन्तर्वेशन की त्रुटियों को सुधारा जा सकता है और धीरे-धीरे अन्तर्वेशन की कला में निपुणता प्राप्त की जा सकती है।[1]

माध्य दाब प्रणालियों को दर्शाने के लिए भी समदाब रेखाएँ खींची जा सकती हैं, किन्तु कुछ निश्चित मौसम की दशाओं को दर्शाने वाले प्ररूपी समदाबरैखिक प्रतिरूपों से कम महत्वपूर्ण होती हैं। यहाँ अयनांतो के समय पृथ्वी के धरातल पर प्ररूपी मौसमी दशाओं के वितरण को दिखलाने वाले दो मानचित्रों की ओर ध्यान आकर्षित किया जा सकता है।[2] दशाओं को समदाबरैखिक प्रतिरूपों के द्वारा दर्शाया गया है और साथ ही उनके वाताग्रों का भी चित्रण किया गया है।

समवर्षा रेखाएँ (Isohyets)

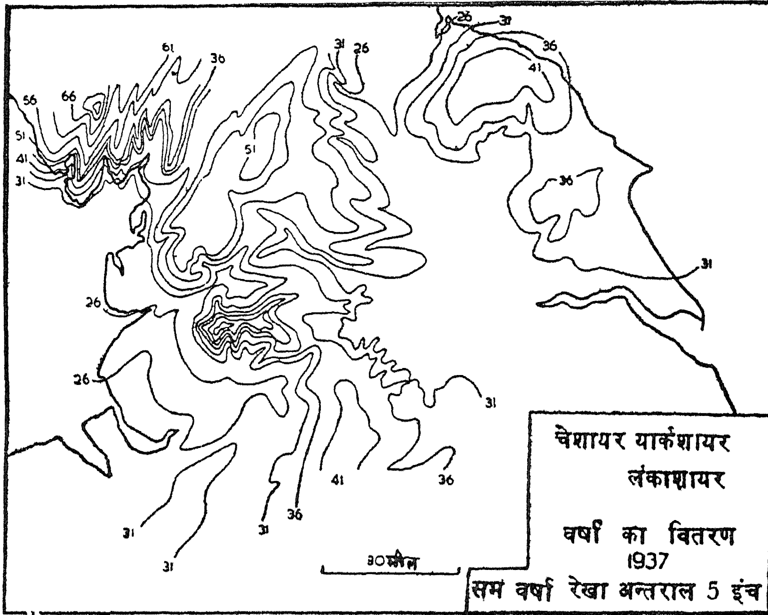
समवर्षा रेखाओं का अन्तर्वेशन विशेष समस्याएँ प्रस्तुत करता है। एक विशेष प्रदेश के विषय में एक उदाहरण से इनमें से कुछ समस्याओं का उदाहरण मिल सकता है। लंका-शायर, यार्कशायर तथा चेशायर में सन् 1937 की वर्षा का वितरण चित्र 66 में दिखलाया गया है। आँकड़ों को **ब्रिटिश रेनफ़ाल**, 1937 से निकाला गया था; सारणियों में कई सौ स्टेशन दिये गये हैं, किन्तु उन्ही को चुना गया जिनके दैनिक माध्य प्राप्त थे और कम विश्वसनीय स्टेशन छोड़ दिये गये थे जब तक कि स्टेशनों के वितरण में रिक्त स्थानों को भरना आवश्यक न रहा हो। दस मील प्रति इंच मापनी के आधार-मानचित्र पर चुने हुए प्रत्येक स्टेशन की कुल वर्षा को पेंसिल में आलेखित किया गया था। वी० कॉनरैड इससे छोटी मापनी के आधार-मानचित्रों के उपयोग की सम्मति देते हैं, किन्तु यदि उनका उपयोग किया जाय तो उच्चावचन कारकों के कारण रूपांतरणों का ध्यान रखना कठिन हो जाता है।[3]

सममान रेखा अन्तराल का चुनाव एक समस्या-सी उपस्थित करता है। जो अंतराल चुना जाय वह प्रदर्शित किये जाने वाले वर्षा के योगों के परिसर, विचाराधीन प्रदेश की प्रकृति, अर्थात् तटीय या आन्तरिक, समतल या पर्वतीय, आधार-मानचित्र की मापनी और, अन्त में, मानचित्र के उद्देश्य अर्थात् इसे सामान्य वितरण या वितरण के सार्थक लक्षणों को दिखलाने के लिए बनाना है, इन बातों पर निर्भर करता है।

---

1. समदाब रेखाएँ बनाने की समस्याओं की पूर्ण व्याख्या के लिए S. Petterssen, *Weather Analysis and Forecasting* (न्यू यार्क, 1940) देखिये।
2. M. A. Garbell, *Tropical and Equatorial Meteorology*, (लन्दन, 1947)।
3. V. Conrad, उ० ग्र०, (1944)।

चित्र 66 में वर्षा के सामान्य वितरण को पाँच इंच के प्रगामी अंक गणितीय अन्तराल के द्वारा दिखलाया गया है। समवर्षा रेखाओं को केवल आलेखित मानों के ही सन्दर्भ में नही (देखिये पृ० 33), वरन् उच्चावचन के स्थानीकृत प्रभावों के सन्दर्भ में भी सावधानीपूर्वक



चित्र 66—समवर्षा रेखाएँ (Isobyets)

आँकड़ों का स्रोत : Meteorological Office, *British Rainfall*, 1937, भाग 3 (लन्दन, बिना तिथि)।

खींचा गया था। इस कारण से, ड्राफ्ट मानचित्र को एक अच्छे उच्चावचन मानचित्र पर अध्यारोपित किया गया था, और निम्नलिखित प्रवृत्तियाँ जो ब्रिटिश द्वीपों पर सामान्य रूप से लागू होती हैं, उनका ध्यान रखा गया था :[1]

(क) ऊँचाई के साथ कुल वर्षा बढ़ती है (तट पर डेढ़ से दो इंच तथा आंतरिक भाग में आधे या तीन चौथाई इंच से कुछ कम प्रति सौ फ़ुट की वृद्धि) ;

(ख) अधिकतम वर्षा शिखर को पार करते ही पवन विमुख होती है ;

1. J. Glasspoole' 'The Rainfall of Norfolk', *British Rainfall* 1928 (लन्दन, 1929); तथा 'The Rainfall of the Forth Valley and the Costruction of a Rainfall Map', *British Rainfall*, 1915 (लन्दन, 1916) देखिये।

(ग) ऊँचाई की वास्तविक वृद्धि से पहिले ही ऊँचाई के साथ वर्षा में वृद्धि होने लगती है और वृद्धि की दर प्रवणताओं की वृद्धि के समानुपातिक से अधिक होती है ;

(घ) पर्वतों से घिरी हुई घाटियों में वर्षा भारी होती है;

(ङ) वर्षा करने वाले नियतवाही पवनों की ही दिशा में जिस घाटी की लम्बाई स्थित हो, कम होती हुई वर्षा की एक जिह्वा उस घाटी में ऊपर की ओर विस्तृत होती है;

(च) वर्षा करने वाले पवनों के अनुप्रस्थ घाटी में पवन के सम्मुख वाले घाटी-पार्श्व पर अधिक भारी वर्षा होती है;

(छ) ब्रिटेन में वर्षा करने वाले नियतवाही पवनों की दिशा पश्चिम-दक्षिण-पश्चिमी दिशा समझनी चाहिये।

छायाकरण तथा रंग करना : अन्त में यदि मध्य के क्षेत्रों में छाया करें तो समवर्षा रेखाओं के वितरण को स्पष्ट किया जा सकता है। स्तर-रंजन प्रभावपूर्ण हो सकता है, किन्तु यदि विविध रंग प्रयोग किए जाते हैं तो रंगों की श्रेणी तथा अनुक्रम पर सावधानीपूर्वक विचार करना आवश्यक है। एक प्रभावपूर्ण योजना वह होती है जिसमें कम वर्षा को लाल रंग से दिखलाते हैं और बढ़ते हुए और अधिक वर्षा को भूरे, पीले, हरे, नीले तथा सफेद रंगों में।[1] **ब्रिटिश रेनफ़ाल**, 1943-45, के मानचित्रों में लाल रंग की चार छटाएं (shades) तथा नीले रंग की चार छटाएँ प्रयोग की गयी हैं, किन्तु दुर्भाग्यवश न्यूनतम वर्षा के क्षेत्रों के लिए गहरा लाल तथा और भारी वर्षा के क्षेत्रों के लिए हल्का लाल रंग प्रयोग किया गया है, यदि प्रदर्शन को विपरीत रखा गया होता तो मानचित्र अधिक प्रभावशील होते।

अवधि की सममान रेखाएँ

विशेष माध्य मौसमी दशाओं की समान अवधि का अनुभव करने वाले स्थानों के वितरण को दिखलाने के लिए सममान रेखाओं का प्रभावपूर्ण उपयोग किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, वर्धन काल की माध्य अवधि को जो 42° फ़० से अधिक औसत दैनिक तापमान वाले दिनों की संख्या से प्रकट होती है, इस विधि से चित्र द्वारा समझाया जा सकता है। इसी प्रकार किसी भी फ़सल के वर्धन काल का मानचित्रण किया जा सकता है, उदाहरण के लिए कपास का, जहाँ क्रांतिक तापमान 63° फ़० हो। इस प्रकार, घातक पालों की ऋतु की माध्य अवधि, हिम-आवरण की माध्य अवधि,[2] वर्षा की विशेष तीव्रताओं की

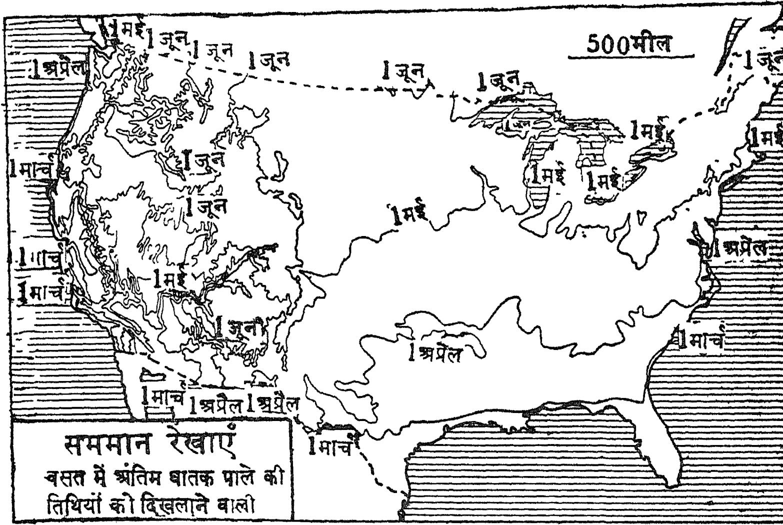
1. *Atlas de France*, Comité National de Geographie (पेरिस, 1933) में वर्षा के मानचित्र देखिये।

2. *The Climatological Atlas of Japan* (टोकियो, 1938) के मानचित्र देखिये।

माध्य अवधि, और धूप की माध्य दैनिक अवधि,[1] को भी सममान रेखाओं से समझाया जा सकता है।[2]

तिथि सममान रेखाएँ

माध्य मौसमी दशाओं की अवधि तथा ऋतु सम्बन्धी परिवर्तनों को भी सममान रेखाओं से, जो तापमान, वर्षा इत्यादि में एक ही तिथि पर समान परिवर्तन अनुभव करने वाले स्थानों को मिलाती हैं, दर्शाया जा सकता है (चित्र 67)।



चित्र 67—संयुक्त राज्य की तिथि सममान रेखाएँ

यूनाइटेड स्टेटस, डिपार्टमेन्ट ऑफ् ऐग्रीकल्चर, *Atlas of American Agriculture*, Section I, 'Frost and the Growing Season' (वाशिंगटन, 1918) पर आधारित।

सममान रेखाओं को लगभग 40,000 स्टेशनों पर वसंत में अन्तिम घातक पाले की औसत तिथियों के संग्रहित अभिलेखों पर आधारित किया गया है; इनमें से 700 तो पूरे 20 वर्ष की अवधि (1895-1914) के हैं।

---

1. E. G. Bilham, *The Climate of the British Isles* (लन्दन, 1938) में मानचित्रों की श्रेणी देखिये।

2. इस प्रकार के मानचित्र का एक रोचक उदाहरण, A. A. Miller, *Transactions and Papers, Institute of British Geographers*, 1951, पृ० 17 के सम्मुख देखिये, जो स्पष्टता के लिए रंगों का उपयोग करते हुए सममान रेखाओं के द्वारा, संसार के लिए, 13° फ० (6·1° से०) या अधिक माध्य तापमानों वाले महीनों की संख्याओं को आलेखित करता है। J. A. Prescott, J. A. Collins तथा G. Shirpurkar, 'The Comparative Climatology of Australia and Argentina', *Geographical Review*, अंक 42, पृ० 124 (न्यू यार्क, 1952) में आस्ट्रेलिया तथा आर्जेन्टिना में वर्धन काल की लम्बाई को दिखलाने वाले मानचित्र भी देखिये।

विशाल भू-खण्डों पर जलवायु के वितरणों तथा ऋतु सम्बन्धी परिवर्तन को दर्शाने के लिए ऐसी तिथि सममान रेखाओं का प्रभावपूर्ण उपयोग किया जाता है।[1] मानसून की प्रगति को प्रथम वर्षा के आगमन की माध्य तिथियों के रूप में दर्शाने के लिए तिथि सममान रेखाओं का उपयोग सामान्यतः किया जाता है। जलवायु प्रदेशों के सीमांकन में भी इनका उपयोग हो सकता है।[2] फिर विशेष तिथियों पर किसी मौसम की प्रायिकता, जैसे कि पाले की पचास प्रतिशत प्रायिकता आदि को बतलाने के लिए माध्यक तथा शततमक मानों के आधार पर इनका उपयोग हो सकता है।[3]

वारंवारता सममान रेखाएँ

ये सममान रेखाएँ जलवायु की घटनाओं की समान माध्य वारंवारता वाले स्थानों को दिखलाती हैं, जो कि प्रति वर्ष, या अन्य अवधि में अपने घटित होने के दिनों या अवसरों की संख्या के रूप में व्यक्त की जाती हैं। कुछ अधिक स्पष्ट उदाहरणों में आर्द्र दिनों, वर्षा के दिनों तथा अनावृष्टि तथा कुहरा[4] और हिम के दिनों की संख्या सम्मिलित हैं।[5] कम स्पष्ट उदाहरणों में, नदियों में बर्फ जमी रहने के दिनों की माध्य संख्या, विशेष दिशाओं से वायु-प्रवाहों (air streams) वाले महीनों की प्रति वर्ष माध्य संख्या[6] तथा मौसम के विशेष प्रकारों की माध्य वारंवारता सम्मिलित हैं।

---

1. United States Department of Agriculture, *Atlas of American Agriculture*, (वाशिंगटन, 1936) में अच्छे उदाहरण मिल सकते हैं। *The Great Soviet World Atlas* (मास्को, 1938) में इस प्रकार के अनेक जलवायु मानचित्र सम्मिलित हैं; उदाहरण के लिए, एक श्रेणी बढ़ते तथा घटते हुए तापमान की अवधियों में −10° सें०, −5° सें०, तथा 0° सें० में होते हुए दैनिक औसत तापमान के परिवर्तन की माध्य तिथियाँ दिखलाती है।
2. M. Jefferson, 'Standard Seasons' *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 28, पृ० 1-12 (लंकास्टर, पे०, 1938), इस सम्बन्ध में इनका उपयोग करते हैं। H. M. Kendall, 'Notes on Climatic Boundaries in the Eastern United States', *Geographical Review*, अंक 25, पृ० 117-24 (न्यू यार्क, 1935) भी देखिये।
3. इस सम्बन्ध में E. E. Lackey, 'A Variability Series of Jsorymal (Equal Frost) Maps of Alaska,' *Geographical Review*, अंक 26, पृ० 135-38 (न्यू यार्क, 1936) देखिए।
4. E. G. Bilham, उ० ग्र० (1938), पृ० 275 में मानचित्र देखिए।
5. Admiralty Geographical Handbooks, *France*, अंक 1, तथा *Germany*, अंक 1 में उदाहरणों को देखिये।
6. P. R. Crowe ने 'The Trade Wind Circulation of the World *Institute of British Geographers, Transactions and Papers*, 1949. Publication सं० 15, पृ० 21-76 (लन्दन, 1951) में व्यापारी-पवनों की सीमाओं को दिखलाने के लिए 50, 70 तथा 9 प्रतिशत स्थिरता की वारंवारता सममान रेखाओं का उपयोग किया है।

सम विसंगति रेखाएँ (Isanomals)

तापमानों का परिकलन, तथा सम विसंगति रेखाओं (सममान रेखाओं की विसंगतियों) के द्वारा उनको आलेखित करना जलवायु के अध्ययन में 'अन्तर विधि' के उपयोग का एक उदाहरण है। ऋतु सम्बन्धी अन्तरों का प्रमाण देने के लिए, सामान्यत: माध्य मासिक तापमानों का उपयोग किया जाता है। किसी अक्षांश में अनुभव किये गये माध्य मासिक तापमानों को उस अक्षांश का मानक कहा जाता है। व्यवहार में इसका पता उस अक्षांश में भली-भाँति प्रकीर्ण अनेक स्टेशनों के समुद्र तल पर समानयन किये गये माध्य मासिक तापमान का औसत निकाल कर ज्ञात किया जाता है। अक्षांश के साथ तापमानों के मानक वितरण की सारणियाँ सहायक होती हैं।[1] मानक तापमानों को निम्नलिखित सूत्र से भी ज्ञात किया जा सकता है,[2]

$$t = -17{\cdot}8 + 44{\cdot}9 \text{ कोज्या}^2\ (\theta - 6{\cdot}5)^\circ \text{ सें०},$$

जब कि θ अक्षांश है।

किसी स्टेशन के माध्य मासिक तापमान का मानक से अन्तर उस स्टेशन की तापमान संगति कहलाता है। असंगतियों को आलेखित करते हैं तथा सम विसंगति रेखाएँ (समान व संगति के स्थानों को मिलाने वाली रेखाएँ) अन्तर्वेशित कर ली जाती हैं। भारी धनात्मक असंगति के प्रदेशों को **प्लाइन्स** (*pleions*) [तापमान के विषय में **थरमोप्लाइन्स** (*thermopleions*)] तथा भारी ऋणात्मक असंगति के प्रदेशों को **माइन्स** (*meions*) या ऐन्टीप्लाइन्स (*antipleions*) [तापमान के विषय में **थरमोमाइन्स** (*thermomeions*)] कहते हैं। कभी कभी प्रभावपूर्ण बनाने के लिए धनात्मक असंगतियों को लाल तथा ऋणात्मक को नीला रंगते हैं।[3]

किसी पर्वतीय भू-भाग में विशेषकर उत्तरी तथा दक्षिणी मुख वाले ढालों में, तापमान की दशाओं की असंगतियों को दिखलाने के लिए सम विसंगति रेखाएँ आलेखित करना इस विधि का एक प्रयोग है। इस दशा में तापमानों का समुद्र तल पर समानयन नहीं करते, किन्तु वे भू-भाग पर विभिन्न ऊँचाइयों पर बिखरे हुए अनेक चुने हुए स्टेशनों के माध्य तापमानों से सम्बन्धित होते हैं।[4]

---

1. V. Conrad, उ० ग्र (1950) में ऐसी सारणी मिलती है।
2. J. D. Forbes, 'Inquiries about Terrestrial Temperature', *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, सं० 22 (1859)।
3. B. C. Wallis, 'Geographical Aspects of Climatological Investigation', *Scottish Geograpical Magazine*, अंक 30, पृ० 356-69 (एडिनबरा 1914) देखिये, जिसमें संसार के बारह मासिक मानचित्रों से असंगतियों (anomalies) के विचार को समझाया गया है।
4. V. Conrad तथा L. W. Pollak, उ० ग्र० (1950) पृ० 278 में 'Isanomalies of vegetative period in Switzerland' नामक मानचित्र देखिये।

वर्षामान समगुणांक रेखाएँ (Equipluves)

वर्षामापी (pluviometric) समगुणांक के स्थानों को मिलाने वाली रेखाएँ वर्षामान समगुणांक रेखायें (equipluves) कहलाती हैं। किसी महीने का वर्षामापी गुणांक दिये गये स्टेशन की माध्य मासिक वर्षा के साथ वार्षिक वर्षा के उस काल्पनिक भाग का जो यदि वार्षिक वर्षा वर्ष भर समान वितरित होती तो उस मास में बरसता, अनुपात होता है। उदाहरण के लिए पॉन्टा डेलगाडा (33°44' उ०, 25°4' प०) की माध्य मासिक वर्षा इंचों में इस प्रकार है :

ज	फ़	मा	अ	म	जू	जु	अ	सि	अ	न	दि	योग
3·0	2·9	2·5	2·1	2·1	1·3	0·8	1·4	2·5	3·3	3·4	3·2	28·5

उपरोक्त मानों के उपयोग से :

$$\text{जनवरी का वर्षामापी गुणांक} = \frac{3\cdot0}{28\cdot5\left(\frac{31}{365}\right)} = 1\cdot4$$

दशमलव को हटाने के लिए गुणांकों को प्रतिशत में व्यक्त किया जा सकता है।[1]

समपरिवर्ती (Equivariables)

अपनी औसत मौसमी दशाओं से समान विचरण वाले स्थानों के वितरण के प्रभावपूर्ण चित्रण के लिए सममान रेखाओं का उपयोग किया जा सकता है।[2] उदाहरण के लिए किसी स्टेशन की माध्य वार्षिक वर्षा के आँकड़े उस स्टेशन पर वर्षा की विश्वसनीयता प्रतिबिंबित नहीं करते, क्योंकि हो सकता है ये आँकड़े माध्य के दोनों ओर बहुत दूर प्रकीर्ण अनेक वास्तविक योगों के माध्यों को दर्शाते हों। विचरण की वास्तविक मात्रा का परिकलन करना कठिन है और इसे विचरणों के गुणांक के रूप में दर्शाने के लिए अनेक सांख्यकीय सूत्र निकाले गये हैं (देखिये परिशिष्ट, अ० सं० 35)। इसके परिकलन में प्रयोग होने वाला ऐसा एक सूत्र नीचे दिया गया है :

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}(100)$$

1. B. C. Wallis, 'The Rainfall of Jawa', *Scottish Geographical Magazine*, अंक 33, पृ० 108-19 (एडिनबरा, 1917)।
2. उदाहरण के लिए A. V. Williamson तथा K. G. T. Clark, 'The Variability of the Annual Rainfall of India', Quarterly *Journal of the Royal Metorological Society*, अंक 57, पृ० 43-56 (लन्दन, 1931) देखिये। तापमान में मानक विचलनों के मानचित्रात्मक वर्णन के लिए A. R. Summer, 'Standard Deviation of Mean Monthly Temperatures in Anglo-America' (साथ में 12 मासिक मानचित्र), *Geographical Review*, अंक 43, पृ० 50-9 (न्यू यार्क, 1953) देखिये।

जबकि CV **= विचरण गुणांक,** σ **= मानक विचरल** (*Standard deviation*) **तथा** $\bar{x}$ **= माध्य मान ।**

मानक विचलन (देखिये परिशिष्ट, अ० स० 36) निम्नलिखित सूत्र से प्राप्त होता है,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma\,(x-\bar{x})^2}{n}}$$

जबकि σ **= मानक विचलन** $(x-\bar{x})$ **= माध्य से विचलन और** n **= प्रेक्षणों की कुल संख्या, जिनसे माध्य का परिकलन करते हैं ।**

नीचे एक सरल उदाहरण पर विचार किया गया है ।

वर्ष	**वर्षा (इंच)**	x	x^2
1920	2·4	−2	4
1921	4·0	0	0
1922	8·0	+4	16
1923	2·0	−2	4
1924	4·0	0	0
योग	20·0	—	24·0

अंकगणितीय माध्य = 4·0 इंच

$$\therefore\ \sigma = \sqrt{\frac{24}{5}} = \sqrt{4\cdot8} = \pm2\cdot2 \text{ इंच}$$

$$\therefore\ CV = \left(\frac{2.2}{4\cdot0}\right) 100 = 55 \text{ **प्रतिशत**}$$

विचरण के गुणांक को सामान्यतः उपर्युक्त प्रकार से प्रतिशत में व्यक्त करते हैं। सामान्यतः यह देखा जाता है कि कम औसत वर्षा वाले स्थानों का विचरण गुणांक बड़ा होता है, यद्यपि यह आवश्यक नहीं कि ऐसा ही हो ।

विचरण को नापने के लिए वर्षा के माध्य मानों (अ० सं० 37) का भी उपयोग हो सकता है । आस्ट्रेलिया की वर्षा के विश्लेषण में सी० ई० ह्यूनम ने निम्नलिखित सूत्र का उपयोग किया है :[1]

$$CV = \left(\frac{\text{अन्तर्चतुर्थक परास}}{\text{माध्यिका}}\right) 100$$

विचरण के समान गुणांकों वाले स्थानों को मिलाने वाली अन्तर्वेशित सममान रेखाओ को **सम परिवर्ती** (*equivariables*) कहते हैं ।

---

1. Commonwealth of Australia, Meteorological Bureau, *Climate of the West Australian Wheat Belt with Special Reference to Rainfall over Marginal Areas* (मेलबोर्न, 1945) ।

कुछ विषयों में यह रुचिपूर्ण होता है कि एक विशेष वर्ष की वर्षा का योग पिछले वर्षों के माध्य से कितना भिन्न है। इस विषय में गुणांक ज्ञात करना आवश्यक नही है, किन्तु एक वर्ष के प्रेक्षित योगों को माध्य योगों के केवल प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया जा सकता है। फिर सममान रेखाओं को अन्तर्वेशित किया जाता है।[1]

तापमानों के माध्य मानों का विचरण, घातक पाले की माध्य तिथि का विचरण, वर्धन-काल की माध्य लम्बाई का विचरण, इत्यादि को समान अच्छाई से समपरिवर्ती रेखाओं द्वारा दिखलाया जा सकता है।[2] ऐसे मानचित्र स्पष्टत: कृषि विषयक समस्याओं में प्रयोग के लिए बड़े मूल्यवान होते हैं, और जलवायु विभागों के सीमांकन में भी ये उपयोगी होते है।

साम्य सहसंबन्धी (Equicorrelatives)

जलवायु के आँकड़ों के सहसंबन्ध दिखलाने वाली सममान रेखाओं को साम्य सह-सम्बन्धी कहा जा सकता है। जलवायु के आँकड़ों के दो या अधिक सेटों को निरीक्षण के द्वारा सहसंबन्धित करना प्राय: कठिन होता है। उदाहरण के लिए, दो स्टेशनों के बारे में कुछ वर्षों की अवधि में वर्षा के वार्षिक योगों के सेटों में कुछ सम्बन्ध दिखाई दे सकते हैं, किन्तु ऐसी सम्बन्धित विशेषताओं को केवल सांख्यकीय विधियों से ही पर्याप्त शुद्धता के साथ नापा जा सकता है। यदि वर्षा के आँकड़ों के दो सेटों के बीच में संबन्ध की मात्रा को एक अकेले सूचकांक के रूप में व्यक्त किया जा सके, तो एक से संबन्ध वाले स्थानों के वितरण को मानचित्र पर सरलता से आलेखित किया जा सकता है। ऐसे सूचकांकों को सांख्यिकीविद **सहसम्बन्ध गुणांक** (Correlation Coefficient) कहते है (देखिये परिशिष्ट, अ० सं० 38) यह निर्धारित करते हैं कि आँकड़ों के दो सेट किस कोटि तक संबन्धित है, और इसमें जलवायु आँकड़ों के विषय में यह अनुमान होता है कि यदि सहसंबन्ध अपेक्षाकृत घनिष्ठ है तो कोई उभय कारण कार्यशील है। अत; सहसंबन्धों को जलवायु के विभेदन का एक आधार बनाया जा सकता है।

सहसम्बन्ध गुणांक : वर्षा के आँकड़ों के दो या अधिक सेट के सहसम्बन्ध गुणांक के परिकलन का एक सक्षिप्त तरीका निम्नलिखित सूत्र पर आधारित है :

$$r = \frac{\frac{1}{n} \Sigma (x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sigma x \ \sigma y}$$

जब कि r = सहसंबन्ध गुणांक, x = एक स्टेशन की वार्षिक वर्षा का मान, y = दूसरे स्टेशन की वर्षा का मान, $\bar{x}$ = पहिले स्टशन का माध्य वार्षिक मान $\bar{y}$ = दूसरे स्टेशन

---

1. Meteorological Office द्वारा प्रकाशित *British Rainfall* श्रेणी में इस प्रकार के अनेक मानचित्र मिलते हैं।
2. ऐसे मानचित्रों के उदाहरण *Atlas of American Agriculture*, उ० ब्र०, (1936) में मिल सकते हैं।

का माध्य वार्षिक मान, σ_x तथा σ_y=मानक विचलन (देखिये पृ० 191), तथा n= प्रेक्षण के वर्षों की संख्या।

जब मानचित्र पर ऐसे गुणांक आलेखित हो चुकें तो वर्षा के समान सहसंबन्ध गुणांकों को मिलाने वाली सममान रेखाएँ अन्तर्वेशित की जा सकती हैं।[1] +1 के निकट के मानों वाले गुणांकों को घनिष्ट प्रत्यक्ष संबन्ध वाला समझा जा सकता है; −1 के निकट वालों के विषय में एक प्रतिलोम सम्बन्ध मानना चाहिये, और शून्य के निकट के मान केवल संयोगी (Chance) संबन्ध दिखलाते हैं।

वर्षा समानुपात रेखाएँ (Isomers)

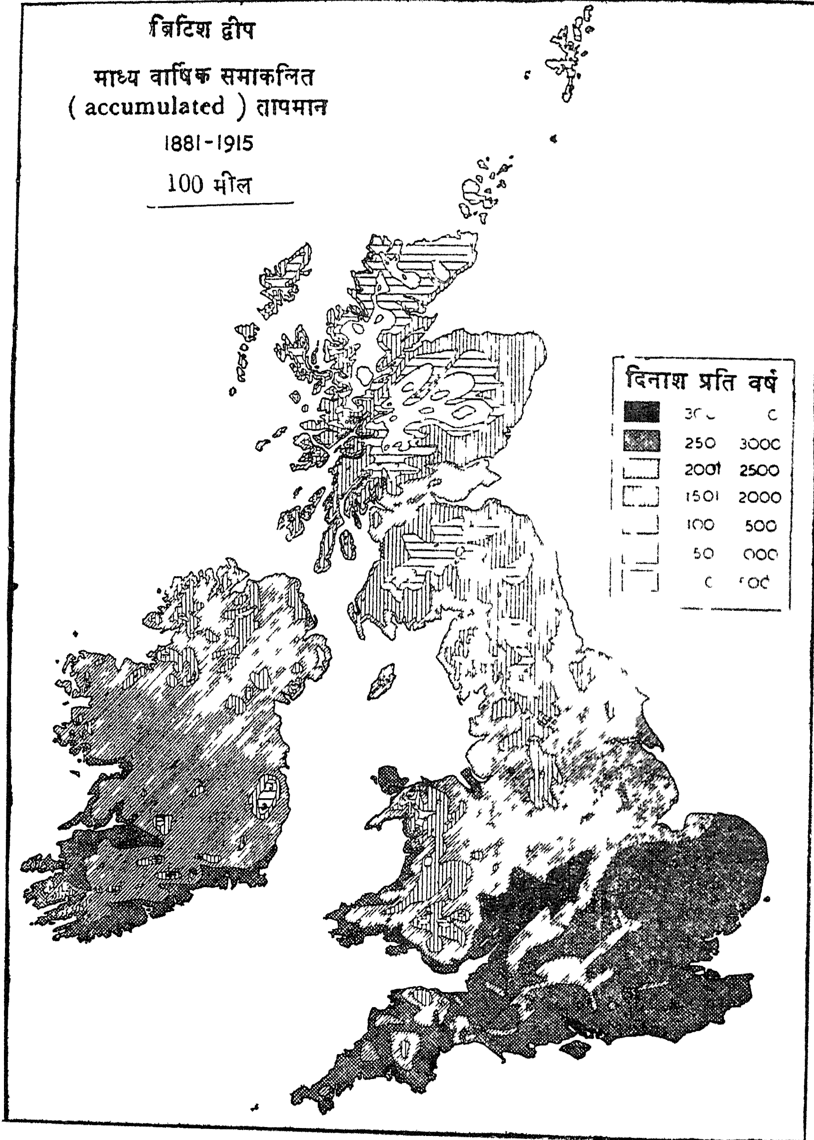
वर्ष के प्रत्येक महीने में वर्षा के आपेक्षिक समानुपात की प्रादेशिक विभिन्नताओं का अध्ययन करने की एक विधि के लिए अक्सर 'वर्षा समानुपातीय' रेखाएँ (isomeric) शब्द का उपयोग किया जाता है।[2] विचाराधीन प्रदेश के प्रत्येक स्टेशन की माध्य मासिक वर्षा को 'भारित' करते हैं तथा संबन्धित माध्य वार्षिक वर्षा के प्रतिशत में व्यक्त करते हैं। फिर प्रत्येक महीने में वर्षा के तुलनात्मक समानुपातों के वितरण को दर्शाने के लिए समान प्रतिशतों वाले स्थानों को मिलाने वाली सममान रेखाएँ खींच कर बारह मानचित्र बनाये जा सकते हैं (देखिये चित्र 65)। स्पष्ट है कि जलवायु के अन्य आँकड़ों में इस विधि का व्यापक प्रयोग हो सकता है।

ताप-परिसर की सममान रेखाएँ

वार्षिक तापमान के माध्य परिसर,[3] दैनिक तापमान के माध्य परिसर,[4] और चरम तापमानों के दैनिक तथा वार्षिक परिसर तथा उच्चतम एवं न्यूनतम अभिलिखित तापमानों के वितरण को सर्वाधिक प्रभावशीलता के साथ दिखलाने के लिए सममान रेखा विधि का उपयोग हो सकता है।

---

1. इस विधि के प्रयोग के एक अच्छे उदाहरण के लिए E. E. Foster, 'A Climatic Discontinuity in the Areal Correlation of Annual Precipitation in the Middle West', *Bulletin of the American Meteorological Society*, अंक 25, पृ० 299-306 (मिल्टन, मैस०, 1944) को देखिये।
2. H. R. Mill तथा C. Salter, 'Isomeric Rainfall Maps of the British Isles', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, अंक 41 (लन्दन, 1915)।
3. W. G. Kendrew, *The Climates of the Continents*, पृ० 70 (आक्सफोर्ड, 1927) तथा E. G. Bilham, उ० ग्र० (1938), पृ० 151 में मानचित्रों को देखिये।
4. E. G. Bilham, उ० ग्र० (1938), पृ० 167 में एक रोचक मानचित्र देखिये।



चित्र 68—समाकलित तापमान की सममान रखाएँ

S. Gregory के द्वारा संग्रहित मानचित्र, *Transactions and Papers*, 1954 *Institute of British Geographers*, सं० 20, पृ० 64 (लन्दन, 1954), पर आधारित। आँकडो को Meteorological Office, *The book of Normals of Meteorological Elements for The British Isles for periods ending* 1915 (लन्दन 1919) से लिया गया था। मान 42·8 के ऊपर दिनाशंक (day deyrees) फ़ैरनहाइट मे दिये गये है।

समाकलित तापमानों की सममान रेखाएं

समाकलित तापमानों पर जलवायु विज्ञानियों ने बहुत अधिक काम नहीं किया है,[1] किन्तु जलवायु के वर्गीकरण की योजनाओं में पौधों की सक्रियता तथा तापमान की दशाओं के सम्बन्धों के अध्ययन में और जलवायु चक्रों के विश्लेषण में ये अर्थपूर्ण हो सकते हैं। समय की एक अवधि में किसी एक स्टेशन पर पाये गये माध्य दैनिक तापमानों से आमतौर से इनका परिकलन किया जाता है। विचाराधीन अवधि के 32^0 फ़०, 42^0 फ़० या 65^0 फ़० जैसी सार्थक देहलियों से बड़े छोटे मानों का परस्पर योग कर लेते हैं, और आम तौर से **दिनांशांकों** (*day degrees*) में, एक अकेले समाकलित मान के रूप में व्यक्त करते हैं। अतः यदि 42^0 फ़० को देहली माना जाय और 1 जनवरी का माध्य दैनिक तापमान 49^0 फ़० हो तो इसे अन्तिम योग के लिये $+7$ **दिनांशांक** गिना जायेगा। दैनिक माध्यों में आवश्यक परिश्रम वाले परिकलनों को कम करने लिए मासिक माध्यों पर आधारित अनुमानों का उपयोग हो सकता है। अतः यदि जनवरी का मासिक माध्य 45^0 फ़० है तो उसे अन्तिम **योग के लिये :**

$31 \times 3 = 93$ दिनांशांक गिना जायेगा।[2]

समाकलित तापमानों के वितरण को सामान्यतः अन्तर्वेशित सममान रेखाओं के द्वारा दिखलाया जा सकता है (चित्र 68)। इन्हें विशेष महीनों या ऋतुओं या पूरे वर्ष के समाकलन बतलाने के लिए बनाया जा सकता है।[3]

---

1 किन्तु S. Gregory का पूर्ण तथा चित्रों के द्वारा भली प्रकार समझाया गया लेख, 'Accumulated Temperature Maps of the British Isles', *Transactions and Papers*, 1954 : *Institute of British Geographers*, सं० 20, पृ० 59-73 (लन्दन, 1954) देखिये।

2. समाकलित तापमानों के परिकलन के और अधिक परिष्कृत तरीके के लिए Meteorological Office, Form 3300, *Tables for the Evaluation of Daily Values of Accumulated Temperature above and below* 42^0 *Fahrenheit from Daily Values of Maximum and Minimum Temperature* देखिये। C. E. P. Brooks ने *Climate in Every day Life*, पृ० 238 (लन्दन, 1950) में एक तोरण (*Ogive*) या संचयी तापमान वक्र के द्वारा समाकलित तापमान के परिकलन के आलेखी तरीकों की व्याख्या की है। परिशुद्ध माप के लिए आवश्यक आँकड़े तापमान के घन्टेवार पाठ्यांक होते हैं, किन्तु ब्रूक के तरीके में केवल कुछ चुने हुए माध्यों तथा पराकाष्ठाओं की आवश्यकता होती है।

3. उदाहरण के लिए *Transactions and Papers, Institute of British Geographers*, 1951, पृ० 19 के सम्मुख A. A. Miller का 43^0 फ़० ($6{\cdot}1^0$ से०) के ऊपर मासांश ('month degrees') का आकर्षक (रंगीन) मुड़ने वाला (folding) मानचित्र देखिये।

शुष्कता तथा आर्द्रता की सममान रेखाएँ

जलवायु की शुष्कता को, जो कि जलवायु प्रदेशों के परिमेय सीमांकन में तथा कृषि नियोजन में काम आ सकती है, व्यक्त करने के लिए जलवायु विशेषज्ञों तथा वनस्पति शास्त्रियों ने विविध उत्तम सूत्र निकाले हैं। प्राकृतिक वनस्पति तथा जलवायु के परस्पर सम्बन्धों के अध्ययन से ऐसे सूचकांक का विशेष सम्बन्ध है। आर० लैंग ने जो सूचकांक सुझाया है वह कदाचित सरलतम है।[1]

$$\text{वर्षा कारक} = \frac{\text{वार्षिक वर्षण मि० मी० में}}{\text{माध्य वार्षिक तापमान }^0\text{सें० में}}$$

ए० ए० मिलर ने भी आर्द्रता का एक सरल किन्तु प्रभावपूर्ण सूचकांक $\frac{T}{R}$ के रूप में निकाला था जबकि T माध्य वार्षिक तापमान ^{0} फ़० में, तथा R माध्य वार्षिक वर्षा इंचों में हो। इन्होंने 200 स्टेशनों के मानों को आलेखित किया, और 1 से 5 मानों [(<1, अत्यार्द्र (perhumid); 1—2, आर्द्र; 2—3, अल्पार्द्र;3—5] अर्धशुष्क; >5, शुष्क] की सममान रेखाएँ बनायी थी।[2]

डी० मारतोनी का सूचकांक,[3] जिसे फ्रेंच नेशनल एटलस में मनोहर मानचित्रों की एक श्रेणी आलेखित करने में बहुत प्रभावशीलता के साथ प्रयोग किया गया है, कुछ अधिक जटिल है।[4] डी० मारतोनी का सूचकांक निम्नलिखित है।

$$I = \frac{P}{T+10}$$

जब कि I शुष्कता का सूचकांक है, T ^{0} सें० में माध्य वार्षिक तापमान है और P मि० मी० में माध्य वार्षिक वर्षा है।

मासिक सूचकांक निम्न सूत्र से ज्ञात होते हैं :

$$i = \frac{p \times 12}{t+10}$$

जब कि t = माध्य मासिक तापमान और p = माध्य मासिक तापमान।

---

1. R. Lang, *Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde* (स्टटगार्ट, 1920)।
2. *Transactions and Papers*, 1951 : *Institute of British Geographers*, सं० 17, पृ० 17 के सम्मुख (लन्दन, 1951) में A. A. Miller; सममान रेखाएँ लाल रंग में बनायी गयी हैं और बीच में 5 रंग भरे गये हैं।
3. E. de Martonne. 'Aréisme et Indice d' Ardité', *Comptes Rendus de l' Académie de Science de Paris*, अंक 182, (पेरिस, 1926)।
4. एक अन्य प्रयोग के लिए J. Gottman, 'Une Carte de l' Aridité en Palestine', *Annales ds Géographie*, अंक 45, पृ० 430-33 (पेरिस 1936) देखिये।

दोनों सूत्रों को संमेय बनाया गया है जिससे कि वार्षिक तथा मासिक मानचित्रों की तुलना की जा सके।

सी० डब्ल्यू० थार्न्थवेट ने उत्तरी अमरीका की जलवायु के वर्गीकरण में वर्षा, तापमान तथा वाष्पीकरण के आनुभविक सम्बन्धों का प्रत्यायक उपयोग किया है, और उनकी विधियों को संसार के अन्य भागों की जलवायु में प्रयोग किया जा रहा है। मासिक वर्षण-वाष्पीकरण अनुपात, P/E, ज्ञात करने का थार्न्थवेट का सूत्र इस प्रकार है।

$$i = 11{\cdot}5\left(\frac{p}{t-10}\right)^{\frac{10}{9}}$$

बारह मासिक मानों का योग, दशमलव हटाने के लिए 10 से गुणा करने पर, वार्षिक मान प्रस्तुत करता है।[1] सूचक मान 0 से लगभग 150 तक परिसर करते हैं। इन्हें पाँच संवर्गों में विभाजित किया गया है—सआर्द्र (Wet), आर्द्र (humid), अल्पार्द्र (sub-humid), अर्धशुष्क (semi arid), तथा शुष्क (arid)। थार्न्थवेट ने निम्नलिखित सूत्र से परिकलन करके एक उष्मीयदक्षता गुणक (thermal efficiency factor) निकालते हुए संगत तापमान संवर्ग भी बनाये हैं,

$$i = \frac{t-32}{4}$$

जबकि i = उष्मीय दक्षता गुणक और t=माध्य मासिक तापमान।

थार्न्थवेट ने आगे चलकर अपने एक लेख में यह कहा है कि वाष्पीकरण तथा पौधों से वाष्पोत्सर्जन (वाष्पीय वायु संचालन) का माध्य तापमान के आँकड़ों से संतोषजनक परिकलन नहीं हो सकता, किन्तु विशेषकर बनाये गये सूत्र से वाष्पीय वायु संचालन की शक्य दर का परिकलन हो सकता है। वाष्पीय वायु संचालन का सूत्र उलझा हुआ है और उसे नोमोग्राफ़ की सहायता से सुलझाना आवश्यक है। इसके अतिरिक्त, दिन के प्रकाश की अवधि तथा महीनों की लम्बाई में विभिन्नताओं के कारण परिणामों में कुछ समायोजन करने पड़ते हैं।[2] एक बार जब शक्य वाष्पीय वायु संचालन ज्ञात हो गया, तो वर्ष के किसी भाग में जल अधिशेष या न्यूनता का किसी भी स्टेशन के लिए परिकलन करना अपेक्षाकृत सरल है (अ० सं० 39)। वाष्पीकरण की क्रिया की भौतिकी की जानकारी के कारण एच० एल० पेनमैन के द्वारा शक्य वाष्पीय वायु संचालन को पृथ्वी पर ताप संतुलन से परिकलन करके

---

1. C. W. Thornthwaite, 'Climates of North America', *Geographical Review*, अंक 21, पृ० 633-55 (न्यू यार्क, 1931)।

2. सूत्र संरेखण चार्ट (nomograph) तथा सारणियाँ C. W. Thornthwaite, 'An Approach towards a Rational Classification of Climate', *Geographical Review*, अंक 38, न्यू यार्क, 1948) में मिलते हैं।

ज्ञात करना संभव हो गया है[1] और सिंचाई की आवश्यकताओं के परिकलन में इनकी प्रविधि का लाभप्रद प्रयोग हुआ है ।[2]

ऊपर विवेचना किये गये विविध सूचकों की सममान रेखाओं के द्वारा मानचित्रीय अभिव्यक्ति सरलता से संभव है और तैयार मानचित्र एक प्रदेश से दूसरे में मूल जलवायु भेदों को प्रभावपूर्ण तरीके से प्रमाणित करते हैं ।[3]

स्तंभी आरेख

अपनी स्पष्टता तथा अपने निर्माण की सरलता के कारण स्तंभी आरेख, जलवायु के आँकड़ों के कुछ पक्षों के प्रदर्शन में विशेष रूप से प्रभावपूर्ण होते हैं । दैनिक तथा ऋतु सम्बन्धी परिवर्तनों की लय, अवस्थिति आधार-मानचित्रों पर अध्यारोपण के द्वारा प्रादेशिक विभिन्नताओं के वितरण को (चित्र 69) और विविध जलवायु प्रतिरूपों की परिवर्तिता तथा परिसर को दिखलाने के लिए, इनका उपयोग किया जा सकता है ।

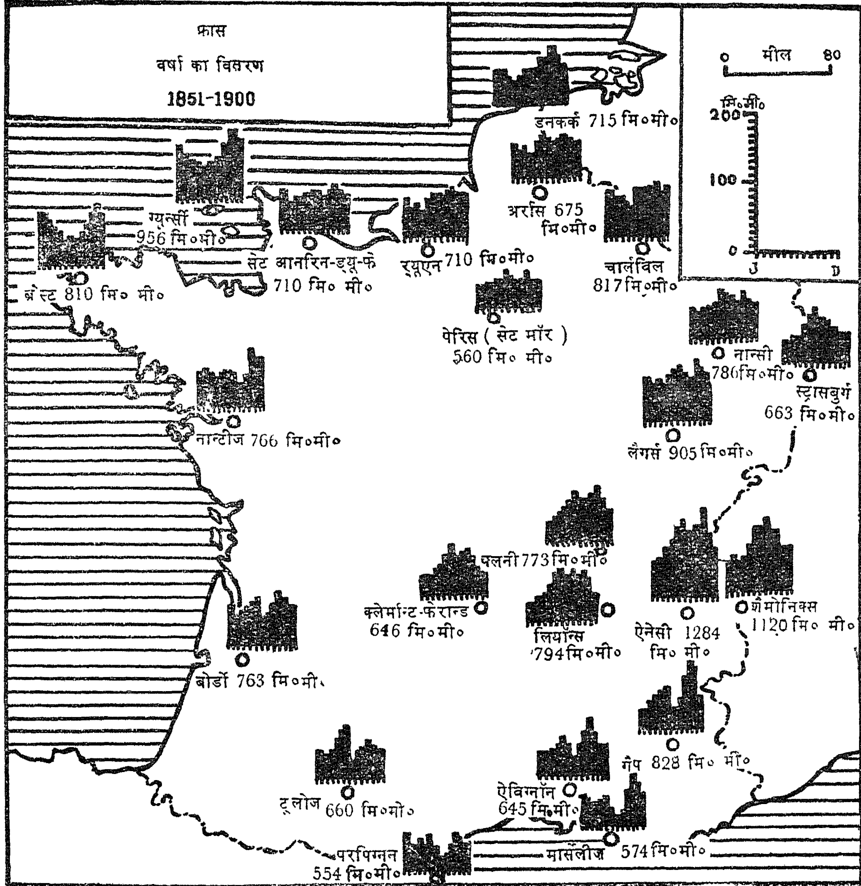
सरल स्तंभी आरेख

अपने सरलतम रूप में प्रत्येक ऊर्ध्वाधर स्तंभ एक निश्चित समय की अवधि के लिए वर्षा और धूप आदि की इकाइयों की कोई संख्या दर्शाता है, उदाहरणार्थ मासिक अवधियों के अनुसार ऋतु की विभिन्नता, 24 घन्टे की अवधि के अनुसार दैनिक विभिन्नता को दर्शाता है । दूसरी दशा में, कभी-कभी अन्धकार के घन्टों को दर्शाने वाले स्तंभों को काला रंगते हैं और दिन के प्रकाश के घन्टों को दर्शाने वाले सफेद छोड़ दिये जाते है ।[4] ऋतु सम्बन्धी तुलनाओं के लिए कैलेण्डर वाले महीनों से सम्बन्धित आँकड़ों का उपयोग किया जा सकता है, किन्तु जहाँ आँकड़ों के ऋतु सम्बन्धी वितरण का विस्तृत विश्लेषण किया जा रहा हो वहाँ प्रत्येक माह के दिनों की संख्या की विभिन्नताओं के लिए छूट देना आवश्यक हो जाता है (देखिये पृ० 175) ।

---

1. H. L. Penman, 'Evaporation over the British Isles', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, अंक 76, पृ० 372-83 (लन्दन, 1950) ।
2. R. T. Pearl, 'The Calculation of Irrigation Need', *Ministry of Agriculture, Technical Bulletin*, सं० 1 (एच० एम० एस० ओ०, 1954) ।
3. J. A. Prescott, J. A. Collins, G. R. Shirpurkar, 'The Comparative Climatology of Australia and Argentina', *Geographical, Review*, अंक 42, पृ० 118-33 (न्यू यार्क, 1952), में वर्षा की कमी (deficiency) को दिखलाने के लिए आस्ट्रेलिया तथा आर्जेन्टिना के बारह मासिक मानचित्र बनाने में $P/s.\ d.^{0.75}$ सूचकांक का उपयोग करते हैं, जबकि P वर्षा है तथा s. d. इंचों में संतृप्ति-न्यूनता (saturation deficit) है ।
4. Sir Napier Shaw, *Drama of the Weather* (कैम्ब्रिज, द्वितीय संस्करण, 1939) में उदाहरणों को देखिये ।

वर्षा (चित्र 69), वाष्पीकरण, वाह् तथा धूप की कुल मात्राओं को दिखलाने के लिए सरल स्तंभीय आरेख बनाये जा सकते हैं, अथवा वारंवारताएँ दिखलाने के लिए उन्हें उपयुक्त बनाया जा सकता है, उदाहरण के लिए कुहरे, हिमपात या ओले वाले दिनों की संख्या, आर्द्र दिनों की संख्या, वर्षा के दिनों तथा अच्छी दृष्यता वाले दिनों की वारंवारताएँ।[1]



चित्र 69—वर्षा के अवस्थापित स्तंभी आरेख

आँकड़ों का स्रोत : E. Alt, 'Klimakunde von Mittel-und-Südeuropa', भाग 1 अंक 3, पृ० 150-6, W. Köppen तथा R. Geiger, *Handbuch der Klimatologie* (बर्लिन, 1938)।

---

1. इस प्रकार के स्तंभी आरेखों के बहुसंख्यक उदाहरण Meteorological Office द्वारा प्रकाशित मौसम पर प्रादेशिक प्रबन्ध (monographs), जैसे कि *Weather on the West Coast of Tropical Africa* (एम० ओ०, 1949 1949) को चित्र द्वारा समझाने के लिए काम में लाये गये हैं।

समाकलित तापमानों को भी अक्सर इस प्रकार से दिखलाया जाता है।[1] सार्थक ऊँचाइयाँ, जैसे कि जमने वाले तल की ऊँचाई और भूमि के नीचे पाले के प्रवेश करने की गहराई, भी सरल स्तंभीय आरेख के द्वारा उपयुक्त रूप में दर्शायी जा सकती हैं।

प्रतिशत स्तंभी आरेख

जहाँ पर विशेष मौसमी तत्वों के अन्तर्प्रादेशिक माध्य मासिक विचरणों की तुलना आवश्यक हो वहाँ निरपेक्ष योग के बजाय प्रतिशत अधिक प्रभावशील होते हैं। उदाहरण के लिए वर्षा के विषय में प्रत्येक महीने के लिए वार्षिक वर्षा के प्रतिशत दर्शाने के लिए ऊर्ध्वाधर स्तंभ बनाये जाते हैं या धूप के विषय में प्रत्येक महीने में अनुभव की गयी वास्तविक धूप को उस महीने की संभव धूप के प्रतिशत के रूप में दर्शाते हैं।

अध्यारोपित स्तंभी आरेख

प्रत्यक्ष तुलना के लिए विभिन्न स्थानों के स्तंभी आरेखों को अध्यारोपित किया जा सकता है (चित्र 70-1)। विविध तत्वों को, उदाहरणार्थ माध्य वर्षा, वाष्पीकरण, अन्तःस्रवण तथा वाह को, एक ही आरेख पर अध्यारोपित किया जा सकता है।[2]

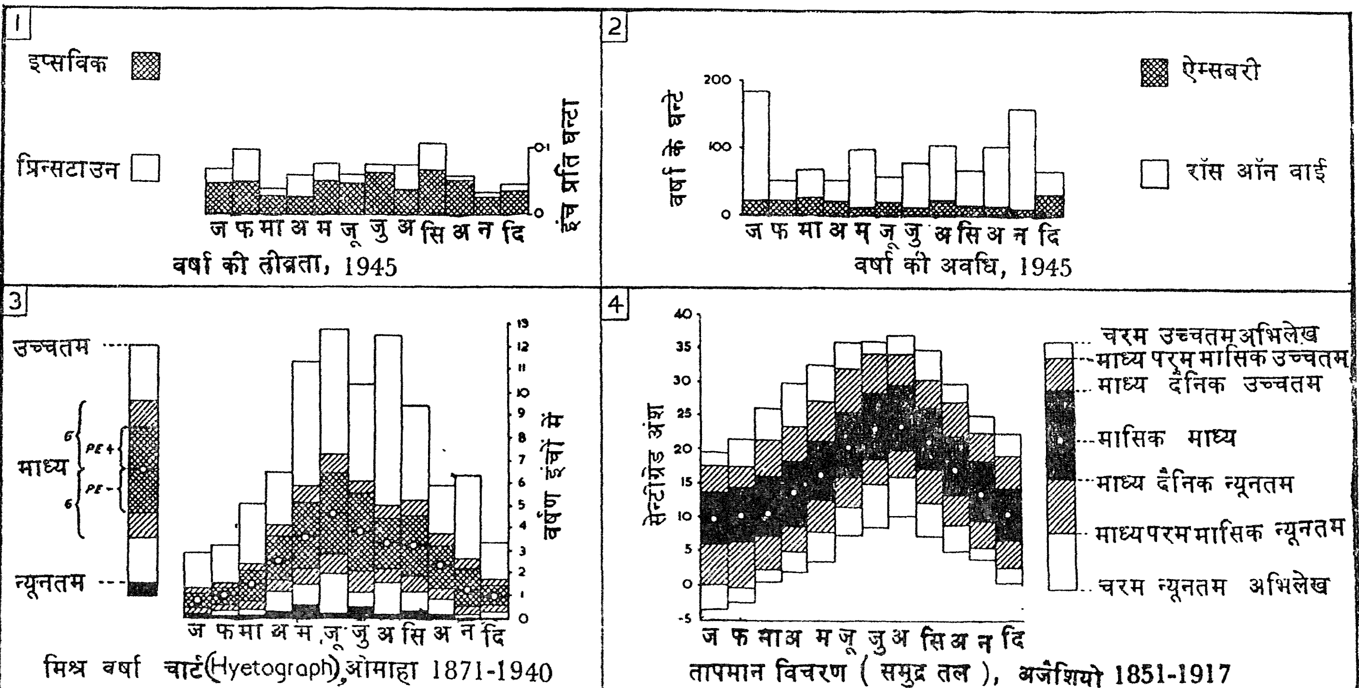
मिश्र स्तंभी आरेख

कुछ औसतों की बनावट (Make-up) को प्रभावपूर्ण तरीके से दिखलाने के लिए स्तंभीय आरेखों का उपयोग किया जा सकता है। अतः उत्तरी अक्षांशों में किसी स्थान के दिसम्बर के वर्षण को दिखलाने वाले स्तंभ को उपविभाजित किया जा सकता है जिससे कि वर्षा की तुलना में हिमपात का आपेक्षिक महत्व दिखलाई दे सके। इसी प्रकार से सामान्य तथा अल्प दृष्यता दिखलाने के लिए, तथा पवन की दिशा को दिखलाने के लिए, या दिन के समय की तुलना में रात में होने वाली वर्षा की मात्रा को दिखलाने के लिए स्तंभों को उपविभाजित किया जा सकता है।

माध्य दशाओं से विचलनों को भी स्तंभीय तरीकों से प्रभावपूर्ण प्रदर्शन दिया जा सकता है। उदाहरण के लिए, प्रत्येक महीने में उच्चतम, माध्य तथा न्यूनतम वर्षा को दिखलाने के लिए स्तंभ बनाये जा सकते हैं और इससे अधिक विस्तरण करके वर्षा के स्वीकृत माध्य से मानक विचलन तथा प्रायिक विचलन भी दिखलाये जा सकते हैं (चित्र 72, और देखिये पृ० 191)। ऐसे आरेख को **वर्षा चार्ट** (hyetographs) कहा जाता है। माध्यक तथा चतुर्थक विन्दुओं की स्थिति दिखला कर वर्षा के प्रकीर्णन की कुछ सूचना सम्मिलित

---

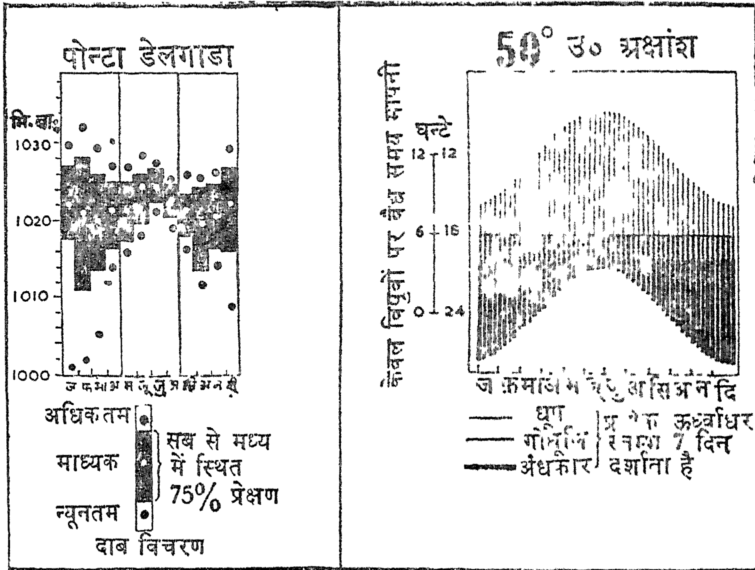
1. एक अच्छा उदारहण G. Manley, 'The Range of Variation in the British Climate', *Geographical Journal*, अंक 117, पृ० 43-68 (लन्दन, 1951) में देखिये।
2. कुछ अच्छे उदाहरण F. Shreve, 'Rainfall, Run off and Soil Moisture under Desert Conditions', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 24, पृ० 131-56 (लंकास्टर, पे०, 1934)।



चित्र 70-3—वर्षा तथा तापमान के स्तंभी आरेख

1 तथा **2** में तुलना के उद्देश्य से स्तंभ अध्यारोपित किये गये हैं। आँकड़ों का स्रोत : Meteorological office, *British Rainfall*, 1943-45 (लन्दन 1950)। **3.** E. E. Foster, *Rainfall and Run-off* (न्यू-यार्क, 1949) पर आधारित है। यह एक मिश्र आरेख का उदाहरण प्रस्तुत करता है जो कुछ वर्षों की अवधि में प्रत्येक मास के उच्चतम तथा न्यूनतम तापमानों को और साथ ही मानक विचलन (**σ**) और प्रसंभाव्य त्रुटि (PE) को समझाता है। **4.** के आँकड़ों का स्रोत *World Weather Records*, Smithsonian Miscellaneous Collections, अंक 79 है। यह कुछ वर्षों की अवधि में तापमान में मासिक विचरणों को समझाने के लिए एक मिश्र आरेख का उदाहरण प्रस्तुत करता है।

की जा सकती है (अ० सं० 40)। चित्र 74 में वायु दाब की दशाओं की वारंवारता पर आधारित एक वायु दाब विचरण आरेख दिखलाया गया है जिसमें माध्यिका के साथ ही उच्चतम तथा न्यूनतम अभिलेख भी दिखलाये गये है। सबसे मध्य की स्थिति में रखे गये 75 प्रतिशत प्रेक्षणों वाले क्षेत्र को ठोस काला रंग कर विचरण के अधिक प्रसामान्य परिसर का पर्याप्त संकेत दिया गया है।



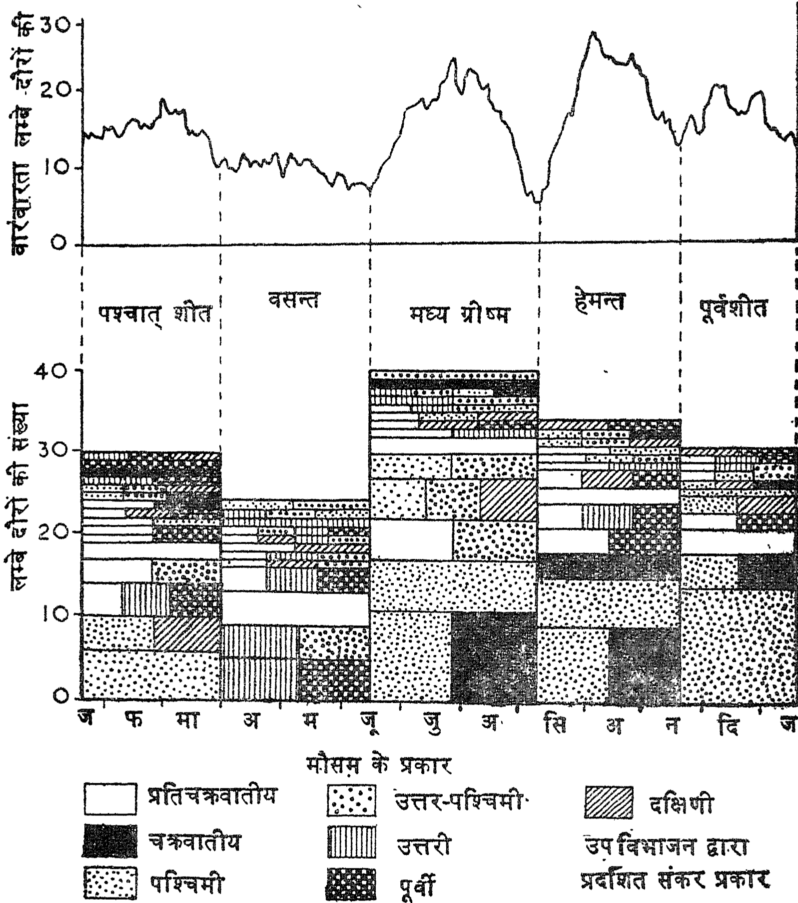
चित्र 74-75 – वायु दाब तथा दिवालोक (day light) के स्तंभी आरेख
Meteorological Office, *Weather in Home Waters and the North-Eastern Atlantic*, अंक 2 (लन्दन, 1944) पर आधारित।

चित्र 74 वायु दाब में मासिक विचरणों को दिखलाने वाला मिश्र आरेख है और चित्र 75 दिवालोक में साप्ताहिक विचरणों का प्रभाव उत्पन्न करने के लिए बनाया गया है।

मासिक तापमान दशाओं मे वार्षिक विचरणों को, यद्यपि सामान्यतः रेखा-ग्राफ़ों के द्वारा दर्शाया जाता है (अ० सं० 41), किन्तु यदा-कदा स्तंभीय विधियों के द्वारा अधिक प्रभावशीलता से समझाया जा सकता है (चित्र 73)। प्रत्येक महीने में अभिलिखित चरम तापमान, परम मासिक उच्चिष्ठ तथा निम्निष्ठ, दैनिक उच्चिष्ठ तथा निम्निष्ठ, और मासिक माध्यों को दर्शाने वाले स्तंभ, एक महीने से दूसरे महीने में तापमान के परिसर तथा प्रत्येक महीने में दैनिक ताप परिसर, दोनों का एक पर्याप्त व्यापक संकेत देते हैं।

संक्षिप्त अभिलेखों पर आधारित मौसम के विशेष प्रकारों के विश्लेषणो का कभी-कभी स्तंभीय रूप में आलेखी प्रदर्शन किया जा सकता है। उदाहरणार्थ, वर्ष के प्रत्येक महीने में विशेष वायुराशियों के प्रकारों की औसत वारंवारता को, अध्ययन के लिए चुने

गये प्रकारों की संख्या के अनुसार, विभाजित स्तंभों के द्वारा दर्शाया जा सकता है।[1] फिर,



चित्र 76—वारंवारता वक्र तथा विभाजित आयतों के द्वारा विश्लेषित मौसम के प्रकार तथा दौर [आँकड़ों का स्रोत : H. H. Lamb, Types and Spells of Weather in the British Isles, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, अंक 76, सं० 330 (लन्दन, 1950)]।

1. अत: E. M. Frisby तथा F. H. W. Green ने *Further Notes on Comparative Regional Climatology*', *Institute of British Geographers, Transactions and Papers*, 1949, *Publication* सं० 15, पृ० 141-51 (लन्दन, 1951) में स्तंभी प्रविधि की सहायता से दक्षिण-पूर्वी इंगलैण्ड में मौसम के प्रकारों के मात्रात्मक विश्लेषण को प्रदीप्त किया था।

मौसमों के प्रकारों के रूप में ऋतुओं की बनावट को एक मिश्र स्तंभी आरेख के द्वारा दिखलाया जा सकता है (चित्र 76)।

विशेष स्तंभी ग्रारेख

सूर्यातप तथा जलवायु के पक्षों को, उदाहरण के लिए दिन की लम्बाई में अक्षांशीय विचरण और पृथ्वी के धरातल के सम्बन्ध में सूर्य की किरणों के कोण को स्पष्ट करने में स्तंभीय आरेख उपयोगी होते हैं। पंचांग की सहायता से इस प्रकार के विविध आरेख बनाये जा सकते हैं। वर्ष के विभिन्न सप्ताहों में दिन का प्रकाश, गोधूलि तथा अन्धकार की अवधि के विचरणों को समानुपातिक स्तंभों के द्वारा चित्र 75 में दर्शाया गया है।

मौसम के समाकल (Weather Integrals)

सर नेपियर शॉ ने 'Nature's Integrals' नामक चित्र में स्तंभीय आरेख का एक असाधारण उपयोग किया है।[1] यह एक प्रकार का संचयी पौलीग्राफ़ है जिसमें वर्ष के प्रत्येक सप्ताह के समाकलित तापमान, धूप की मात्रा, वर्षा की मात्रा, वाष्पीकरण की मात्रा तथा दिवालोक की मात्रा को आलेखित किया जाया है, किन्तु इन्हें संचयी रूप में रखा जाता है जिससे कि प्रत्येक मात्रा को स्तंभों से दर्शाते हैं तथा उत्तरोत्तर स्तंभों को सीढ़ीनुमा रखते हैं (चित्र 77)। पूरे वर्ष में मुख्य तत्वों की औसत प्रत्याशा को पूरा आरेख भली प्रकार संक्षिप्त करता है।

रेखा-ग्राफ़

जलवायु के विभिन्न पक्षों को चित्र द्वारा समझाने में नाना प्रकार के ग्राफ़ों का उपयोग होता है और नीचे व्याख्या के लिए चुने गये तरीकों का चुनाव पूरे क्षेत्र को आच्छादित करने से बढ़कर इसलिए किया गया है कि प्रत्येक विद्यार्थी की पटुता उद्दीपित हो सके। एक बार यदि आलेखी ढंग से समझाने के सिद्धान्तों को पूर्णतः ग्रहण कर लिया गया तो विशेष कार्यों के लिए विशेष ग्राफ़ों को विकसित किया जा सकता है और परीक्षित विधियों के रूपान्तरण तथा नये उद्देश्यों के उपयोग के लिए उपयुक्त बनाया जा सकता है।

सतत ग्रनुरेखण

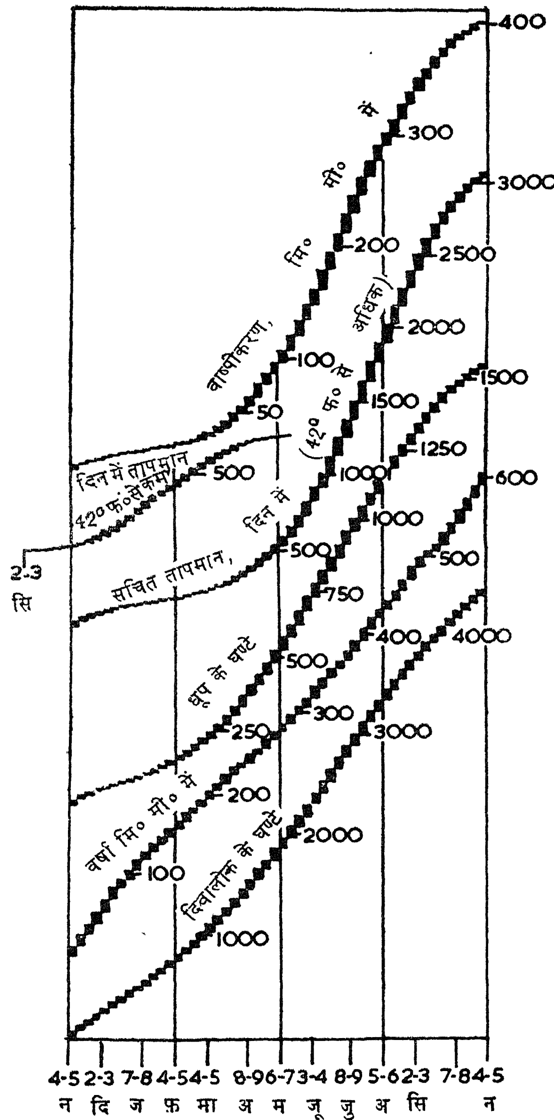
स्वतः अभिलेखी यंत्रों के द्वारा बने हुए सतत अभिलेख एक प्रकार के ग्राफ़ होते हैं। मौसम की दशाओं के अभिलक्षणिक अनुक्रमों को चित्र के द्वारा समझाने में ऐसे ग्राफ़ जलवायुविज्ञानी के लिए उपयोगी हो सकते हैं, जैसे कि किसी अवदाब (depression) के मार्ग (passage) से सम्बन्धित अनुक्रम। वायुदाब, तापमान, वर्षा तथा पवन के परस्पर सम्बन्ध ऐसे आलेखी अभिलेखों से स्वतः प्रमाणित होते हैं। किन्तु अपनी प्रकृति के फलस्वरूप सतत अनुरेखणों का उपयोग जलवायु के बजाय मौसम को चित्र द्वारा समझाने में अधिक है।

---

1. *Drama of the Weather*, द्वितीय संस्करण (कैम्ब्रिज 1939)।

सरल रेखा-ग्राफ़

रूढ़ प्रकार के कार्तीय ग्राफ़ में ऋतु सम्बन्धी तथा दैनिक विचरणों को दर्शाने के लिए तापमान, आर्द्रता, वाष्पीकरण, इत्यादि की मात्राओं को कोटियों की तरह आलेखित करते हैं तथा वर्ष के महीने, एवं दिन के घन्टे आदि को भुजों की तरह। चुने हुए प्रकार-



चित्र 77—मौसम के समाकल (Weather Integrals)

सर नेपियर शॉ, *Drama of the Weather* (कैम्ब्रिज, दूसरा संस्करण, पुनर्मुद्रित 1939) पर आधारित।

स्टेशनों की दशाओं को प्रदर्शित करने वाले ग्राफ़ों की तुलना से जलवायु में प्रादेशिक विचरणों को प्रमाणित किया जा सकता है।

यदि तापमान तथा आँकड़ों की मात्राओं को प्रतिशत में बदल दिया जाय तो ऋतु सम्बन्धी परिवर्तिता की तुलनाएँ कभी-कभी सुविधापूर्ण हो जाती हैं (नीचे देखिये)। परिवर्ती दशाओं की प्रत्यक्ष तुलनाओं को भी एक ग्राफ़ में दिखाया जा सकता है - उदाहरण के लिए, माध्य जनवरी तापमान की मात्राओं को कोटियों के रूप में आलेखित करके तथा कुछ प्रकार-स्टेशनों को उनके परिमाण के क्रम में या भौगोलिक स्थिति के अनुसार रखते हुए भुजों के रूप में।

पौलीग्राफ़ (Polygraphs)

एक ही स्टेशन पर जलवायु के आँकड़ों के दो सेट के परस्पर सम्बन्ध, या दो अथवा अधिक स्टेशनों के मिलते-जुलते आँकड़ों के सम्बन्धों को एक ही चार्ट पर दर्शाने वाले बहु रेखा-ग्राफ़ों की एक श्रेणी पौलीग्राफ़ कहलाती है।[1]

जलवायु प्रकार संक्षेप (Clin atic type summaries) पौलीग्राफ़ का सबसे परिचित उदाहरण प्रस्तुत करते हैं। इसमें क्रमश: तापमान तथा वर्षा की प्रवृत्तियों को दिखलाने वाले वास्तव में दो रेखाग्राफ़ होते हैं। तथापि, व्यवहार में ऐसा होता है कि इन दोनों में विभेद रखने के लिए वर्षा को स्तंभीय आरेख से दिखलाते हैं।[2]

मिश्र वर्षा तथा उच्चावचन परिच्छेदिकाएँ पौलीग्राफ़ का एक अन्य प्रकार होती हैं (चित्र 78); एक उभय क्षैतिज मापनी लेकर वर्षा तथा समुद्र तल से ऊँचाई, दोनों को कोटियों की भाँति आलेखित करते हैं।

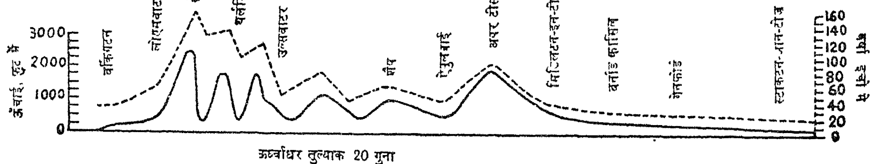
तुलनात्मक प्रतिशत ग्राफ : जहाँ अनेक विपर्यासी स्टेशनो के जलवायु तत्वों की तुलना करनी हो, वहाँ पर तुलना की सुविधा के लिए माध्य वार्षिक योगों का प्रतिशत आधार पर समानयन किया जा सकता है और एक ही ग्राफ़ पर आलेखन किया जा सकता है।[3]

---

1. एक अत्यन्त रोचक प्रयुक्त पौलीग्राफ़ वह है जो लैगेनी तथा वैली, ऐंग्लीसी में 1951 में 5 महीनों की अवधि के लिए दैनिक दूध-उत्पादन के साथ प्रत्येक दिन की वर्षा, धूप, पवन, तापमान तथा ओसांक को दिखलाता है। इसे F. A. Barnes ने संग्रह किया था और यह 'Dairying in Anglesey', *Transactions and Papers*, 1955 : *Institute of British Geographers*, सं० 21, पृ० 151 (लन्दन, 1955) में छपा है।
2. *Great Soviet World Atlas* (मास्को, 1938) में ऐसे मानचित्रों की एक श्रेणी है जो स्पष्टता के साथ रंगी हुई तथा कोपेन के जलवायु प्रदेशों के संसार के एक मानचित्र से सम्बन्धित है।
3. W. G. Kendrew, उ० ग्र० (1927) ने इस युक्ति का प्राय: उपयोग किया है।

अवधीय आरेख नामक ग्राफ़ में एक ही चौखटे पर विभिन्न स्टेशनों के हिमपात की अवधि, या वर्धन काल की लम्बाई आदि की परिवर्तिता दिखलायी जाती है। उदाहरण के लिए, इस प्रविधि को अल्पाइन घाटी में हिम की ऋतु सम्बन्धी अवधि के अध्ययन में प्र ोग किया जा सकता है। घाटी के क्रमश: धूप वाले (*adret, Sonnenseite*) तथा छाया वाले (*ubac, Schattenseite*) पार्श्वों पर हिमरेखा की ऊँचाई को कोटियों की भाँति तथा महीनों को भुजों की भाँति आलेखित करते हैं।

वक्र-समान्तर सम्बन्धित घटनाओं की किसी श्रेणी में अध्यारोपित ग्राफ़ होते हैं, जैसे कि वर्षा तथा पवन-बहाव, आपेक्षिक आर्द्रता, वाष्प दाब तथा वाष्पीकरण; वक्र-समान्तरों को विभिन्न स्टेशनों पर जलवायु प्रवृत्तियों की समानताएँ प्रमाणित करने के लिए भी काम में लाया जाता है (चित्र 84)।

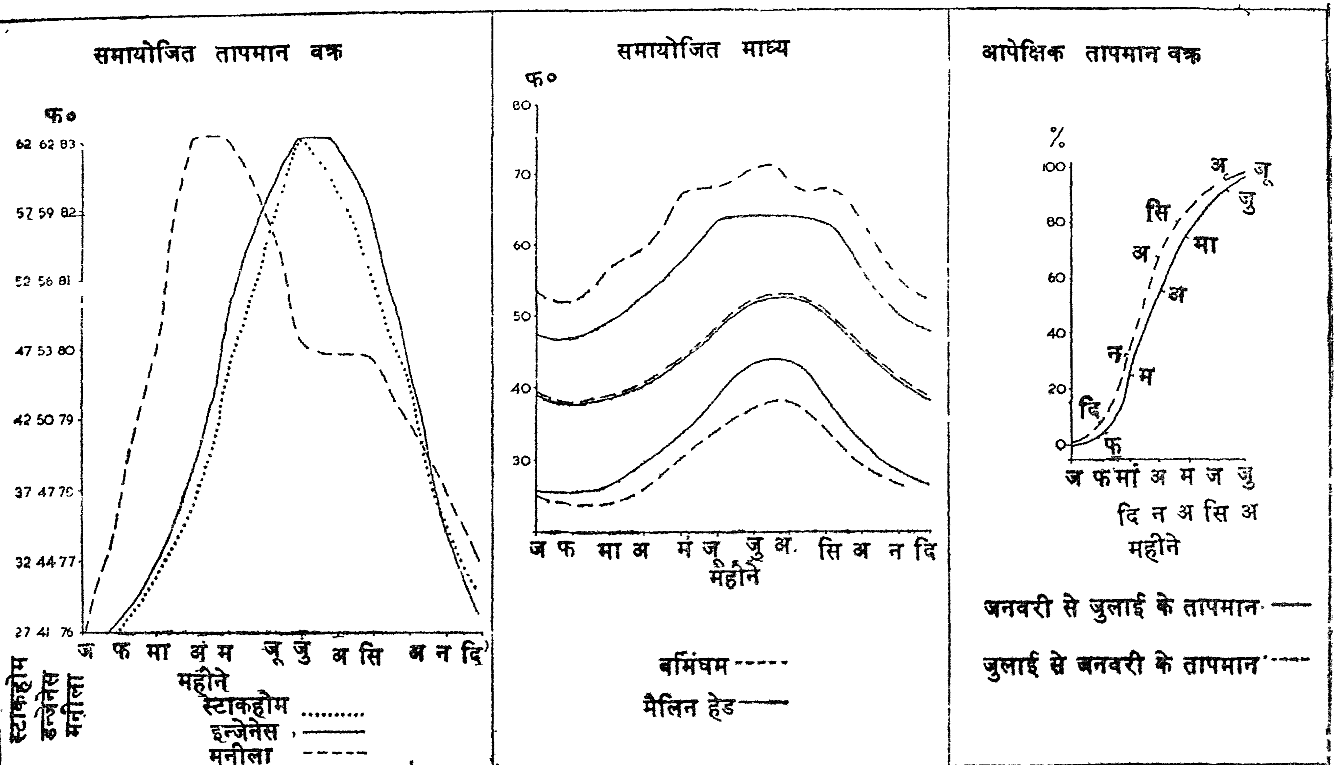


चित्र 78 —मिश्र (Composite) वर्षा तथा उच्चावचन परिच्छेदिका
वर्किंगटन से स्टाकटन की दूरी 90 मील है।

समायोजित परिच्छेदिकाएँ (Adjusted Profiles) : समय-पश्चता में तथा तापमान की परिवर्तिता में प्रादेशिक विचरणों का अध्ययन करते हुए ऐसी तापमान परिच्छेदिकाओं का उपयोग लाभप्रद हो सकता है जिन्हें प्रत्यक्ष तुलना योग्य बनाने के लिए उनकी आकृति को समायोजित किया गया हो। हवाई के तापमान प्रदेशों के अध्ययन में एस० बी० जोन्स ने समायोजन के एक तरीके का सुझाव दिया है।[1] इसमें माध्य वार्षिक ताप परिसरों को समान आकार का समायोजित करते हुए सभी तापमान परिच्छेदिकाओं का समान आयाम में समानयन करते हैं। इसी प्रकार से मासिक तथा दैनिक तापमान परिच्छेदिकाओं का एक ही आयाम पर समानयन किया जा सकता है। फिर समायोजित परिच्छेदिकाओं को तुलना के उद्देश्य से एक दूसरे के ऊपर एक श्रेणी के रूप में या अध्यारोपित रखा जा सकता है (चित्र 79)।

---

1. S. B. Jones, 'Lag and Ranges of Temperature in Hawaii', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 32, (लंकास्टर, पे०, 1942)।


समायोजित तापमान वक्र
फ०
62 62 83
57 59 82
52 56 81
47 53 80
42 50 79
37 47 78
32 44 77
27 41 76
ज फ मा अं म जू जु अ सि अ न दि
महीने
स्टाकहोम
इन्जेनेस
मनीला
स्टाकहोम ....
इन्जेनेस ,——
मनीला ------
समायोजित माध्य
फ०
80
70
60
50
40
30
ज फ मा अ म जू जु अ. सि अ न दि
महीने
बर्मिंघम ------
मैलिन हेड ——
आपेक्षिक तापमान वक्र
%
100
80
60
40
20
0
ज फ मा अ म ज जु
दि न अ सि अ
महीने
जनवरी से जुलाई के तापमान ——
जुलाई से जनवरी के तापमान ------

समायोजित परिच्छेदिकाओं की सहायता से दैनिक तथा वार्षिक ताप परिसरों की तुलना भी हो सकती है।

उदाहरण के लिए, किसी स्टेशन **क** के माध्य मासिक तापमान वक्र को एक अन्य स्टेशन **ख** वाले के साथ संपाती बनाया जा सकता है और फिर उच्चतम तथा न्यूनतम तापमानों को आलेखित किया जाता है; स्टेशन **क** को सामान्य तरीके से आलेखित करते हैं किन्तु स्टेशन **ख** को समायोजित वक्र से विचलनों के रूप में करते हैं (चित्र 80)।

वी० कॉनरैड ने तापमान के वक्रों की तुलना को सुविधा प्रदान करने के लिए एक और तरीका बतलाया है।[1] उन्होंने डब्ल्यू० कोपेन की **आपेक्षिक तापमानों** की संकल्पना को एक तापमान वक्र बनाने में प्रयोग किया है जिसमें किन्हीं दो स्टेशनो में औसत तापमानों तथा आयामों की विभिन्नता से उत्पन्न विचरणों को हटाया जा सकता है। किसी स्टेशन पर क्रमागत मासिक औसत, शीततम महीने के तापमान से जिन मात्राओं में अधिक होते हैं उन्हें शीततम तथा उष्णतम महीनों के बीच औसत तापमान के अन्तर के प्रतिशत में व्यक्त करते हैं। फिर मानों को कोटियों की भाँति और महीनों को भुजों की भाँति आलेखित करते हैं। क्षैतिज मापनी को इस प्रकार विभाजित किया जाता है कि वर्ष के पहिले तीन महीनों के आपेक्षिक तापमानों की प्रत्यक्ष तुलना अंतिम छः महीनों वालों के साथ संभव हो सके (चित्र 81)।

जल अधिशेष ग्राफ़ माध्य मासिक वाष्पीय वायु संचालन (evapo-transpiration) तथा माध्य मासिक वर्षा का अध्यारोपण दिखलाने वाले रेखा-ग्राफ़ होते हैं। अतः ऋतु सम्बन्धी आर्द्रता अधिशेष तथा वर्षा की दक्षता के रूप में स्थानीय जलवायु के विश्लेषण के लिए ये मूल्यवान साधन होते हैं (चित्र 82, तथा पृ० 196-8 भी देखिये)।

समाज रेखाचित्र (Sociographs) : विशेष प्रदेशों में जलवायु की लय को कार्य की मात्रा तथा प्रकार के साथ सम्बन्धित करने के उद्देश्य से पौलीग्राफ़ के रूप में अनेक उत्तम

1. V. Conrad, *Fundamentals of Physical Climatology* (हारवर्ड, (1944)।

चित्र 79-81—समायोजित (Adjusted) तापमान परिच्छेदिकाएँ

चित्र 79 (बायें) में तापमान प्रवृत्तियों की तुलना की सुविधा के लिए समान आयाम पर समायोजित तीन तापमान वक्रों को दिखलाया गया है।

चित्र 80 (मध्य) बरमिंघम तथा मैलिन हेड, दो स्टेशनों पर तापमान की दशायें दिखलाता है। एक, बरमिंघम, के माध्य वक्र को मैलिन हेड वाले के साथ संपाती बना दिया गया है जिससे कि परिवर्तिता की तुलना भली प्रकार हो सके।

चित्र 81 (दायें) बिसमार्क, एन० डी०, के आपेक्षिक तापमान वक्रों को दिखलाता है और V. Conrad, *Fundamentals of Physical Climatology* (हारवर्ड, 1942) पर आधारित है। क्रमागत मासिक औसत तापमान, शीततम मास के तापमान से जिन मात्राओं में अधिक हैं, उन्हें उष्णतम तथा शीततम महीनों के औसत तापमानों के अन्तर के प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया गया है।

आलेखी युक्तियाँ बनायी गयी हैं। एल० जेरार्ड ने इन ग्राफ़ों को **समाज रेखाचित्र** कहा है।[1] ऋतु सम्बन्धी लय तथा फ़सल उत्पादन को दिखलाने वाले ग्राफ़ इससे मिलते-जुलते प्रकार के होते हैं।[2] इस प्रकार की सूचना देने के लिए वर्त्तुल ग्राफ़ अधिक उपयुक्त होते है (अ० सं० 42)।

प्रवृत्ति-ग्राफ़ (Trend-Graphs)

जलवायु की प्रवृत्तियों का परिशुद्ध निर्धारण एक लम्बी अवधि के लिए यथोचित रूप में पूर्ण तथा विश्वसनीय अभिलेखों की उपलब्धता पर निर्भर करता है। अभिलेखी स्टेशनों की स्थिति से उत्पन्न संभव असंगतियों के लिए तथा यंत्रों के त्रुटिपूर्ण अवस्थापन से संभव त्रुटियों के लिए आँकड़ों का संवीक्षण करना तथा सम्भव यंत्र त्रुटि के लिए संशोधन करना आवश्यक है। यदि ऐसी त्रुटियों के लिए आँकड़ों को ठीक से संशोधित नही किया गया तो तैयार ग्राफ़ों में यथार्थ प्रवृत्तियों के बजाय आँकड़ों के प्रेक्षण में परिवर्तिता अभिलिखित हो जायेगी।

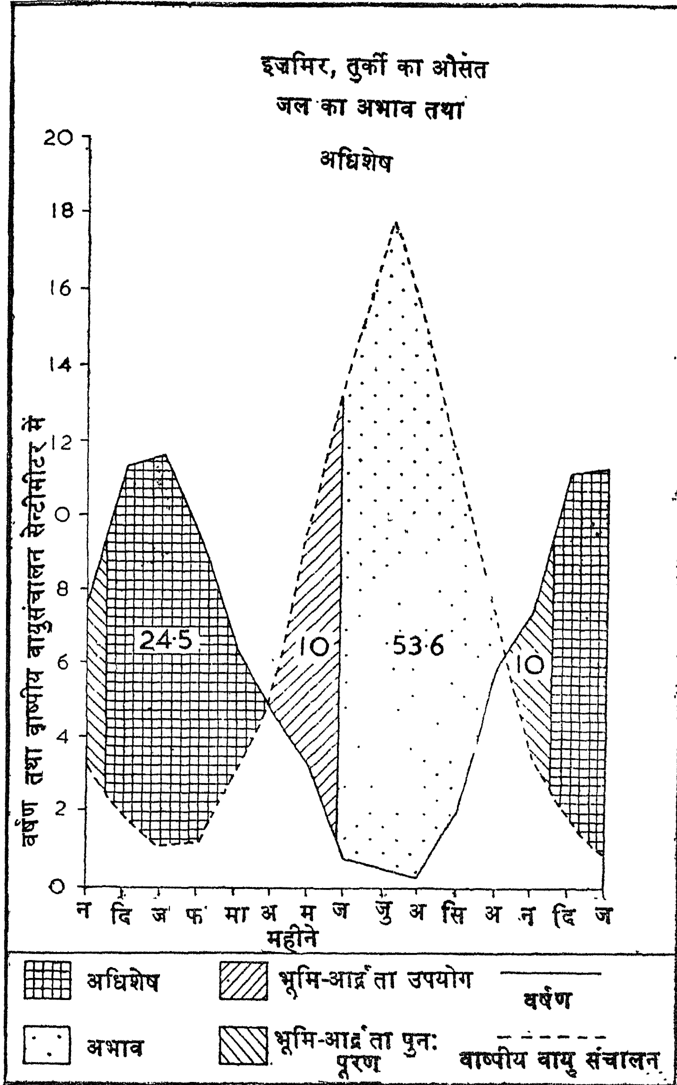
चालू माध्य (देखिये परिशिष्ट, अ० सं० 43) : स्वाभाविक है कि तापमान तथा वर्षा की प्रवृत्तियाँ जलवायुविज्ञानी का ध्यान आकर्षित करती हैं। ऐसे ग्राफ़ जिनमें पृथक वार्षिक माध्यों को कालानुक्रम में आलेखित किया जाता है, स्पष्ट प्रवृत्तियों को दिखलाने के लिए

तापमान (°फ़०) के तृ-वार्षिक चालू माध्यों का परिकलन

वर्ष	वार्षिक माध्य	चालू माध्य 1		चालू माध्य 2		चालू माध्य 3	
1860	62·1	62·1					
1861	69·3	69·3	65·2	69·3			
1862	64·2	64·2		64·2	68·4	64·2	
1863	71·6			71·6		71·6	65·1
1864	59·4					59·4	

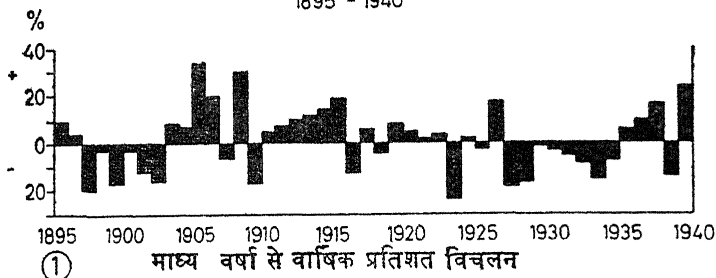
1. L. Gerrard, 'Sociographs of the Kulymans, Andamanese, etc.', *Studies in Regional Consciousness and Environment*, I. C. Peate द्वारा सपादित (आक्सफ़ोर्ड, 1930)। इस लेख में एक समाज रेखाचित्र (sociograph) सम्मिलित है जिसमें तापमान वक्रों, हिम, बाढ़ तथा ध्रुवीय रात्रि के आपतन (incidences), ऋतु सम्बन्धी सक्रियता, जैसे कि मछली पकड़ना, नाव बनाना, विवाहोत्सव, वन कार्य आदि के संदर्भ में दिखलाया गया है।
2. A. Geddes, 'India : (1) The Chota Nagpur Plateau and its Bordering Plains', *Comptes Rendus du Congrés International de Géographie*, अंक 2, 3c, पृ० 365-80 (ऐम्सटर्डम, 1938)।

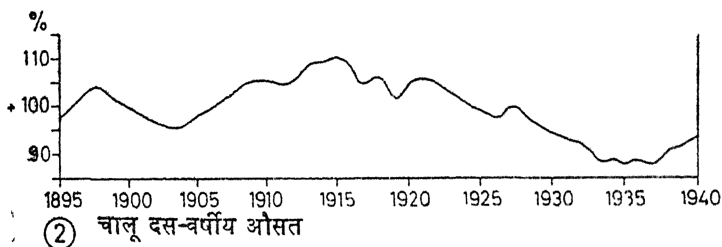
पर्याप्त होते हैं। किन्तु वक्रों में उच्चावचन (fluctuations) का निष्कोषण करने के लिए तीन, पाँच, दस या बीस वर्ष के आधार पर चालू (या गतिमान) माध्यों को आलेखित किया जा सकता है (चित्र 83, 84)। उपर्युक्त सारणी में चालू माध्यों के परिकलन का एक तरीका दिया गया है।

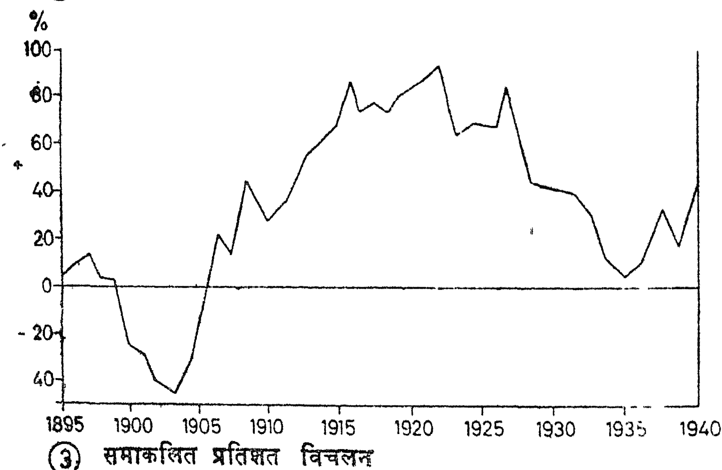


चित्र 82—एक जल-अधिशेष (Wats-Surplus) ग्राफ़

S. Erinç, 'Climatic Types and Variation of Moisture Regions in Turkey', *Geographical Reveiw*, अंक 40, पृ० 228 (न्यू यार्क, 1950)।

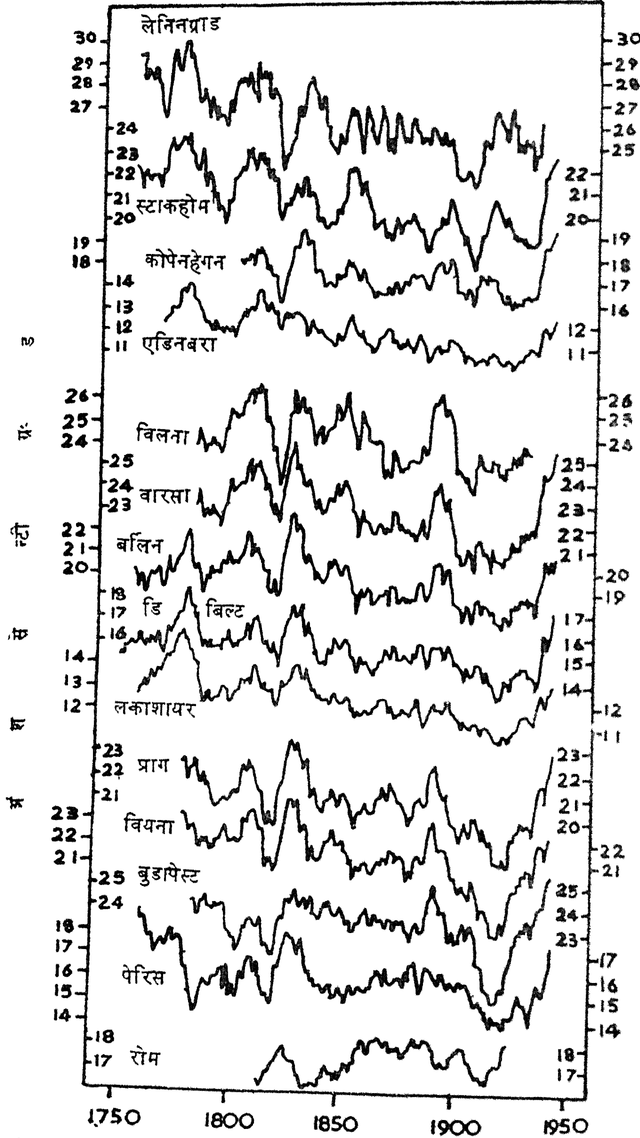






चित्र 83—वर्षा की प्रवृत्तियों के ग्राफ़

1 और **2** United States Department of Agriculture, *Climate and Man* (वाशिंगटन, 1941) पर आधारित हैं। इसमें प्रयुक्त आँकड़े, औसत 'भारित' वर्षण थे जिनका माध्य मान 17·9 इंच था। **3** उन्हीं आँकड़ों के आधार पर बनाया गया है।



चित्र 84 · तापमान के वक्र समांतर (Curve parallels)

I. A. Labriju, *Onderzoek naar Klimataatschommelingen in het Stroomgebied van de Rijn* (ऐम्सटर्डम, 1948) पर आधारित।

ग्राफ़ में तापमान के आयामों के विचरण (अर्थात् माध्य जुलाई तापमान का उससे पिछली जनवरी वाले से अन्तर) को दर्शाया गया है। अतः स्टाकहोम का वक्र उन्नीसवीं शताब्दी में आयाम में ह्रास की प्रवृत्ति, किन्तु निकट के वर्षों में सुस्पष्ट वृद्धि दिखलाता है। बड़े आयाम प्रायः अधिक ऊँचे ग्रीष्म तापमानों तथा अधिक शीतल जाड़े की दशाओं से सम्बन्धित होते हैं। अतः आयाम में वृद्धि जलवायु में अधिक विषमताओं की प्रवृत्ति की परिचायक है। वक्रों को समान्तर रखने से यूरोप के विभिन्न स्टेशनों की दीर्घ-कालीन तापमान प्रवृत्तियों में असाधारण रूप से

तीनों वार्षिक माध्यों के मध्य विन्दु को दर्शाने के लिए चालू माध्य आलेखित किये जाते हैं, जैसे कि, 65·2 को 1861 के सामने, 68·4 को 1862 के सामने, 65·1 को 1863 के सामने और आगे इसी प्रकार से आलेखित करते हैं।

इस प्रकार से कुछ वर्षों की अवधि में तापमान के आयामों में उच्चावचन को दर्शाने वाले वक्रों का निष्कोषण किया जा सकता है (चित्र 84)।

विचलन ग्राफ़ (Deviation Graphs) : तापमान तथा वर्षा की प्रवृत्तियों तथा चक्रीय उच्चावचनों को माध्य मानों के कालानुक्रम (Chronological) आलेखनों को सिवाय अन्य तरीकों से आलेखी प्रदर्शन दिया जा सकता है। उदाहरण के लिए वर्षा में चक्रीय उच्चावचनों को दिखलाने में संचयी ग्राफ़ प्रभावपूर्ण होते हैं।[1] इस प्रकार के ग्राफ़ के लिए माध्य वार्षिक वर्षा से या आधार से वार्षिक विचलनों को घटा कर ज्ञात करते हैं तथा संचित विचलनों को जोड़ कर, जैसा कि नीचे दिया गया है :

संचित विचलन (वर्षा इंचों में)

वर्ष	वर्षा	1860—1940 श्रेणी की माध्य वर्षा =23·0 इंच	
		विचलन	संचित विचलन
1860	25·9	+2·9	+ 2·9
1861	30·4	+7·4	+10·3
1862	17·9	− 5·1	+ 5·2
1863	24·6	+1·6	+ 6·8
1864	25·2	+2·2	+ 9·0

फिर 1860 के सामने +2·9, 1861 के सामने +10·3 और इसी प्रकार आगे के संचित विचलनों को आलेखित किया जाता है। यदि संचित विचलनों को प्रकाशित में व्यक्त किया जाय तो आसन्न स्टेशनों की वर्षा में चक्रीय उच्चावचनों की तुलना अधिक सरल हो जाती है (चित्र 83)।

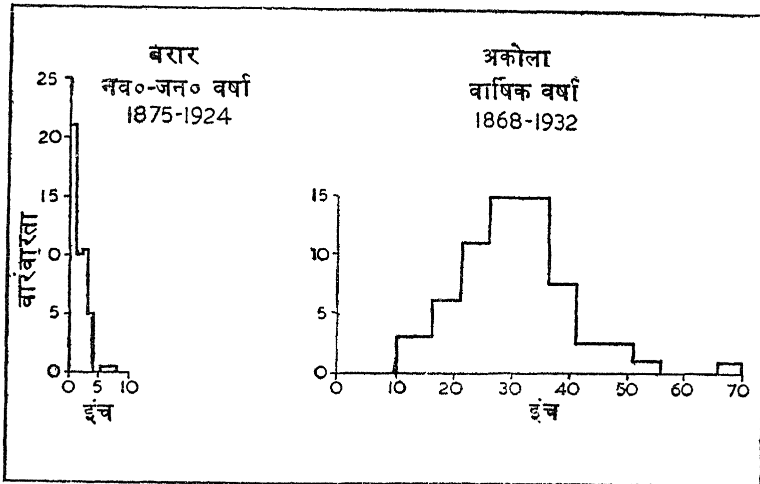
1. उदाहरण के लिए देखिये : (क) C. B. Saville, 'Some Rainfall Variations, England and New England (U. S. A.)', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, अंक 60, पृ० 313-31 (लन्दन, 1933), जिसमें आधार से विचलन के संचित योगों के द्वारा, 183-वर्षीय श्रेणी की, वर्षा की प्रवृत्तियों के ग्राफ़ हैं; (ख) Commonwealth of Australia Meteorological Bureau, *Bradfield Scheme for Watering the Island-Meteorological Aspects* (मेलबोर्न, 1945), जिसमें माध्य से संचित विचलन के आधार पर वर्षा की प्रवृत्तियाँ हैं; (ग) R. W. Longley, 'The Variability of Mean Daily Temperature', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, अंक 73, पृ० 418-25 (लन्दन, 1947), जिसमें मानक विचलनों से तापमान के ग्राफ़ बने हैं।

डी० ब्रन्ट ने जलवायु चक्रों के निर्धारण के सम्बन्ध में, एक प्रकार का विचलन ग्राफ़ प्रयोग किया था जिसे उन्होंने **आवर्तिता-वक्र** कहा है।[1] इस ग्राफ़ में तापमान के आयामों को विचलनों के रूप में कोटियों की भाँति आलेखित करते हैं तथा समय की विभिन्न अवधियों को भुजों के रूप में। अत: 100 वर्षों के मासिक तापमानों पर आधारित स्टाकहोम के एक आवर्तिता-वक्र ने यह दिखलाया कि सबसे बड़ा आयाम 13 महीने की अवधि में था।

वारंवारता ग्राफ़

ऐसे ग्राफ़, जिनमें चरम तापमान, अनावृष्टि, भारी वर्षा के दौर, तड़ित्-झंझा, मौसम के अभिलक्षणिक प्रकार तथा ऐसी अन्य जलवायु घटनाओं की वारंवारता आलेखित की जाती है, जलवायुविज्ञानी के बड़े काम के होते हैं। वे जलवायु के ऐसे पक्षों को प्रमाणित करते हैं जो माध्य मानों के ग्राफ़ों में छिपे रह जाते हैं, और ऋतुओं के सीमांकन में वे विशेष उपयोगी होते हैं।

आयत चित्र एक ऐसा आरेख होता है जिसमें, उदाहरण के लिए, वर्षा की मात्रा की वारंवारता प्रतिशत (अ० सं० 44) को कोटियों तथा वर्षा की मात्राओं को भुजो की भाँति आलेखित करते हैं और वक्र का शिखर माध्य वारंवारता को दर्शाता है। कुछ हद तक आँकड़ों की कमी के कारण और कुछ हद तक उनके संग्रह में होने वाले परिश्रम



चित्र 85—वर्षा के आयत चित्र

N. Carruthers, 'An Analysis of the Variations in Rainfall at Akola, Berar, Central India', *Geography*, अंक 30, पृ० 70 (लन्दन, 1945) पर आधारित।

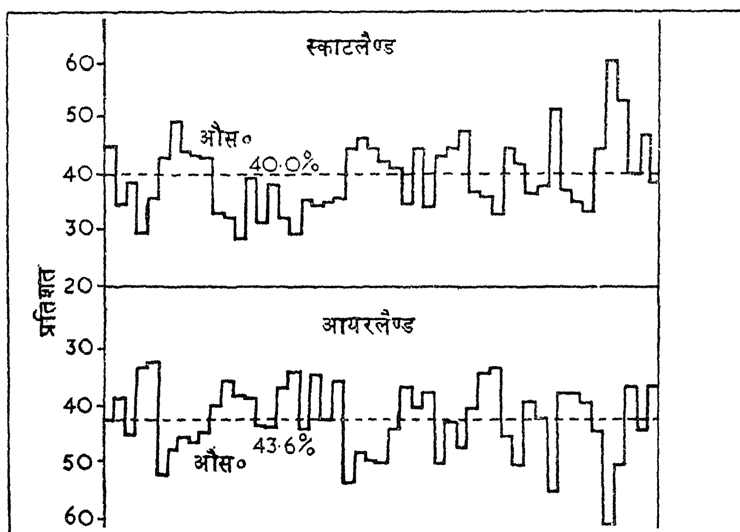
---

1. D. Brunt, 'Climatic Cycles', *Geographical Journal*, अंक 89, (लन्दन, 1937)।

को कम करने के लिए व्यावहारिक रूप में इन ग्राफ़ों का मानों के समूहीकरण के द्वारा सोपान आरेखों में समानयन कर दिया जाता है (चित्र 85) ।[1]

ऋतु सम्बन्धी वारंवारताएँ

वारंवारता में ऋतु सम्बन्धी विचरणों को मासिक तथा वार्षिक दोनों आधारों पर दिखलाया जा सकता है (चित्र 85)। उदाहरणार्थ, गर्मी तथा जाड़े की वर्षा की वारंवारताओं के विपर्यास को दिखलाने के लिए जनवरी तथा जून की वारंवारताओं का अध्यारोपण पर्याप्त होता है। प्रतिशत वारंवारताओं की संख्या को कोटियों की भाँति और महीनों को भुजों के रूप में आलेखित करके भी ऋतु सम्बन्धी वारंवारताओं को दिखलाया जा सकता है ।[2] उदाहरणार्थ, मौसम के लम्बे दौरों की वारंवारताओं को इस प्रकार समूहबद्ध किया जा सकता है (चित्र 76) । कभी कभी जब ऋतु सम्बन्धी वारंवारताएँ, उदाहरणार्थ मौसम के प्रकारों



स्काटलैण्ड तथा आयरलैण्ड के लिए पश्चिमी मौसम की प्रतिशत वारंवारता की तुलना, 1898-1947

चित्र 86—एक तुलनीनय वारंवारता ग्राफ़

R. B. M. Levick, 'Fifty Years of British Weather' *Weather*, अंक 5, सं० 7, पृ० 247 (लन्दन, 1950) पर आधारित ।

---

1. D. Christodoulou, *The Evolution of the Land Use Pattern in Cyprus*, पृ० 21 (लन्दन, 1959), में निकोसिया के लिए वर्षा के आपतन तथा मात्रा के कुछ प्रकटकारी आयत चित्र दिये गये हैं ।
2. A. T. Doodson तथा H. J. Bigelstone, 'The Frequency Distribution of Rainfall at Liverpool Observatory, Bidston', *Qurterly Journal of the Royal Meteorological Society*, अंक 60, पृ० 403-41 (लन्दन, 1934) का वारंवारता पर आधारित वर्षा के विश्लेषण के लिए ध्यान दीजिये ।

की वारंवारताएँ, परिकलित की जा रही हों तो एक स्टेशन वे वारंवारता वक्र को उलट देता है जिससे कि दोनों स्टेशनों के वारंवारता वक्रों में विषमताओं की तुलना में सुविधा हो (चित्र 86)।

लघुगणकीय (*Logarithmic*) **तथा प्रायिकता ग्राफ़-कागज़ का उपयोग :** या तो वारंवारता में बहुत बड़ी परिसर के कारण, या फिर जलवायु आँकड़ों में बड़ी परिसरों के कारण, जिनको आलेखित करना हो, वारंवारता ग्राफ़ों के कुछ प्रकारों के लिए लघुगणकीय या अर्ध-लघुगणकीय ग्राफ़-कागज़ का उपयोग उचित है। यदि वर्षा के वर्षा आरेखीय अभिलेखों का वारंवारता के आधार पर विश्लेषण करना हो तो ऐसा तरीका विशेष रूप से उपयोगी होगा (चित्र 87)। इस प्रकार के कार्य के लिए प्रायिकता ग्राफ़-कागज़ भी उपयोगी होता है।[1]

वर्तुल-ग्राफ़ (Circular Graphs)

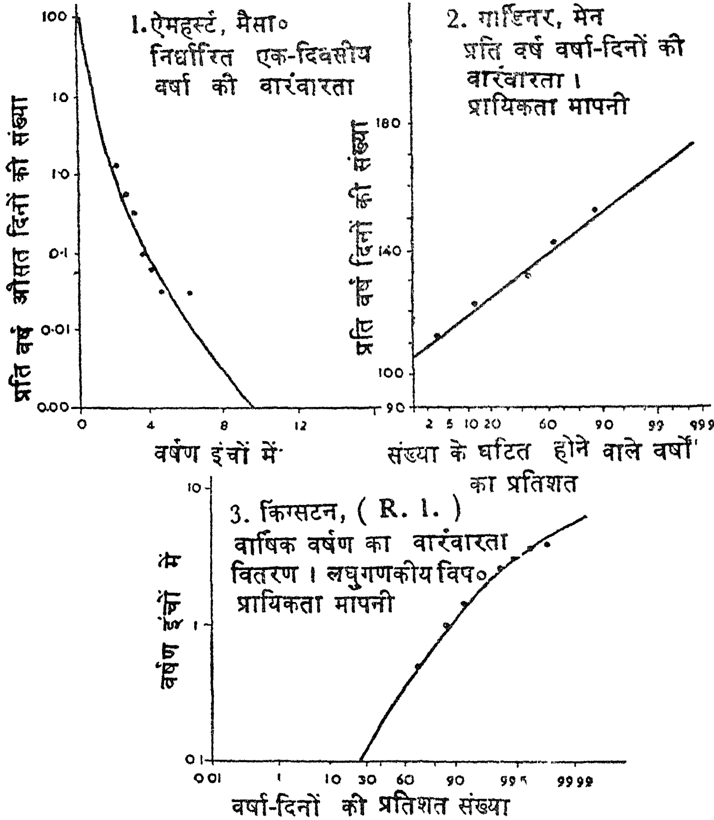
वर्तुल-ग्राफ़ जिनमें तापमान, वर्षा, पवन तथा अन्य तत्वों के मानों को एक केन्द्रीय स्रोत से बाहर की ओर विभिन्न दिशाओं में विकिरण करते अक्षों पर आलेखित करते हैं और आलेखित बिन्दुओं को फिर मिला कर बन्द चक्र बनाते हैं, रूढ़िगत कार्तीय ग्राफ़ से कुछ बातों में अच्छे होते हैं।[2] ऋतु परिवर्तनों के प्रदर्शन में, ये ग्राफ़ एक वर्ष के अन्त से अगले वर्ष के प्रारंभ तक सीधी संतता (Continuity) दिखलाते हैं जो रूढ़िगत तरीकों में बिना प्रतिलिपिकरण के संभव नहीं है। एक वृत्त का 360^0 में विभाजन, वर्ष के 365 दिनों में विभाजन के साथ लगभग संपाती होता है, और अधिकांश कार्यों के लिए मासिक आँकड़ों को लगभग 30^0 के अन्तरालों पर दर्शाया जा सकता है। अधिक परिशुद्ध कार्य के लिए मासिक आँकड़ों को इस प्रकार समायोजित करना पड़ेगा कि वे 30 दिन दर्शाएँ। विशेष प्रकार के आँकड़ों के लिए वर्तुल प्रतिशत ग्राफ़ कागज़ का उपयोग किया जा सकता है।

ऋतु-ग्राफ़ (Climatographs) : ऋतु ग्राफ़ जिसे ई० एन० मन्स[3] ने निकाला तथा आर० हार्टशॉर्न[4] ने जिसका विस्तरण किया, वर्तुल ग्राफ़ को समझाने का स्पष्ट चित्र प्रस्तुत

1. H. Landsberg, *Physical Climatology*, पृ० 76-80 (ड्यूबॉय, पे०, नवीनतम संस्करण, 1960) को सारांश तथा प्रायिकता ग्राफ़-कागज के उपयोग के उदाहरणों के लिए देखिये।
2. इनकी संभावनाओं की व्याख्या सर्वप्रथम S. Freidman, 'Graphische Darstellung der Jährlichen Temperatur eines Ortes durch geschlossene Curven', *Mitteilungen der k.-k. geographischen Gesellescha̧ft in Wien*, अंक 6 (वियना, 1862)।
3. E. N. Munns, 'The Climatograph, a New Form of Chart for Climatic Phenomena', *Monthly Weather Review*, अंक 50 (वाशिंगटन, 1922)।
4. R. Hartshorne, 'Six Standard Seasons of the Year', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 28, पृ० 165-78 (लंकास्टर, पे०, 1938)।

करता है (चित्र 88)। माध्य मासिक तापमानों को एक अंशांकित सारणी की सहायता से, केन्द्र से आलेखित किया जाता है। वृत्त के केन्द्र से 100° फ़० की दूरी को वृत्त के केन्द्र से 0° फ़० की दूरी का दस गुना रखते हैं। यदि वह बाद वाला अन्तर X हो तो किसी तापमान t° फ़० के लिए अन्तर Y को निम्नलिखित सूत्र प्रस्तुत करता है,

$$Y = X \frac{(\text{Colog. } t)}{100}$$



चित्र 87—वर्षा वारंवारता ग्राफ़ों के प्रकार

E. E. Foster, *Rainfall and Run-off* (न्यू यार्क, 1949) में दिये गये ग्राफ़ों पर पर आधारित।

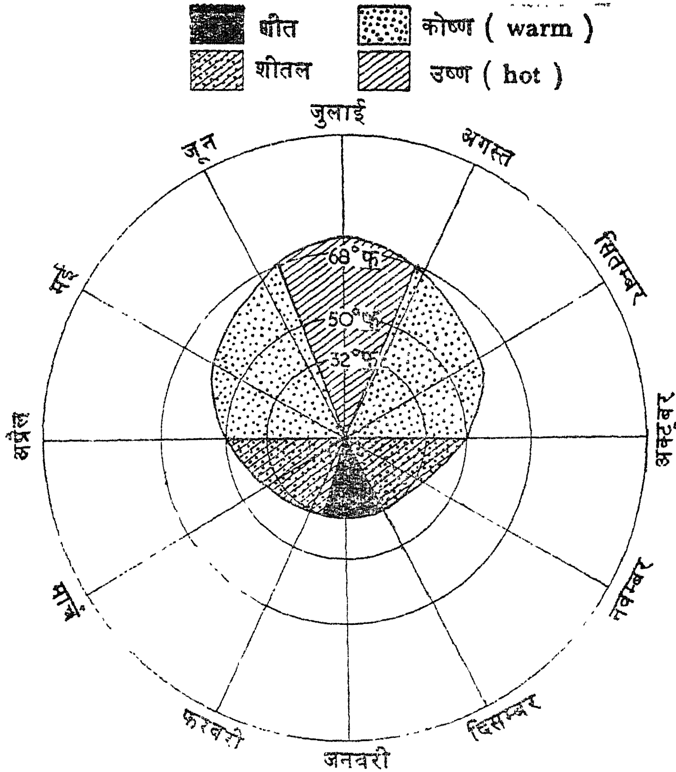
लघुगणकीय तथा प्रायिकता ग्राफ़ कागज़ के प्रस्तुत उपयोग पर ध्यान दीजिये।

इस सूत्र को इसलिये प्रयोग करते हैं कि शून्य से नीचे के तापमानों को आलेखित किया जा सके, और इसमें वह अच्छाई है कि यह ऐसा तापमान वक्र प्रस्तुत करता है जिसका ढाल मास प्रति मास होने वाले तापमान परिवर्तन की मात्रा को परिशुद्धता से प्रदर्शित करता

है। नीचे दी गयी सारणी से Colog. t/100 के मानों का अन्तर्वेशन पर्याप्त परिशुद्धता के साथ करना संभव है।

° फ़०	110	105	100	95	90	85	80	75
Colog. t/100	12·59	11·72	10·0	8·91	7·94	7·08	6·31	5·62
° फ़०	70	65	60	55	50	40	30	20
Colog. t/100	5·01	4·47	3·98	3·55	3·16	2·51	2·0	1·59
° फ़०	10	0	—10	—20	—40	—60		—100
Colog. t/100	1·26	1·00	0·79	0·63	0·40	0·25		0·10

यदि उष्ण, कोष्ण, शीतल तथा शीत ऋतुओं के चरम तापमानों को 68° फ़०, 50° फ़०, तथा 32° फ़० मान लिया जाय, तो किसी स्थान पर ऐसी ऋतुओं की लम्बाई तथा संख्या को इस ग्राफ़ पर, यह देखकर ज्ञात किया जा सकता है कि तापमान वक्र चरम तापमानों को दर्शाने वाली रेखाओं को कहाँ पर काटता है (चित्र 88)।



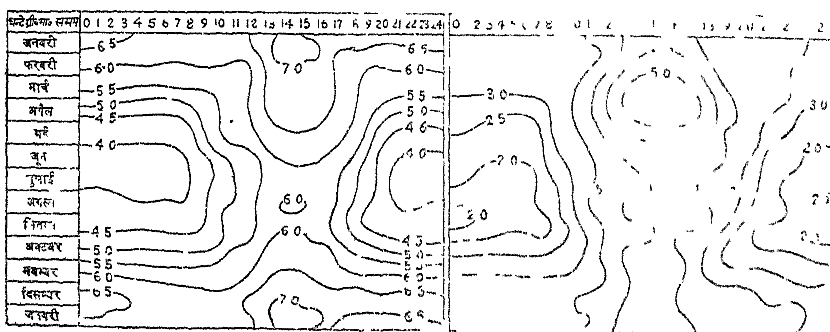
चित्र 88—बुडापेस्ट का एक ऋतु ग्राफ़ (Climatograph)

जे० बी० लेली ने वर्तुल ग्राफ़ बनाने के अन्य तरीकों की विस्तृत व्याख्या की है।[1] इनके द्वारा निकाले गये एक मिश्र वर्तुल ग्राफ़ का उल्लेख किया जा सकता है, जिसमें वर्षा के वितरण को एक तापमान वक्र पर अध्यारोपित किया जाता है। वर्षा को स्तंभों के द्वारा दर्शाते है जो कि आरेख के केन्द्र से बाहर विकिरण करते है।

सममान रेखा ग्राफ़ (Isopleth graphs)

इस प्रकार के ग्राफ़ में वायु दाब, तापमान, आदि के घन्टेवार मानो को भुजों के रूप में और महीने में उनके होने के समय को कोटियों की भाँति आलेखित करते है। फिर एक से मानों को सममान रेखाओं से मिला देते है।

सर नेपियर शॉ ने इन ग्राफ़ों को काल सममान आरेख कहा है।[2] चित्र 89 में इसकी



चित्र 89—पवन वेग के सममान रेखा ग्राफ़

Sir Napier Shaw, *Manual of Meteorology*, अंक 1, पृ० 267 (कैम्ब्रिज, 1926) पर आधारित।

यह आरेख वैलेंशिया, आयरलैण्ड (बायें-हाथ) तथा क्यू, लन्दन (दायें-हाथ) दो स्टेशनों पर मीटर प्रति सेकण्ड में माध्य पवन वेग को दिखलाता है। पवन वेगों को, मास प्रति मास, घन्टेवार अवधियों के लिए आलेखित किया गया है। सममान रेखाओं के अन्तर्वेशन से पवन-वेग दशाओं की प्रत्यक्ष तुलना में सुविधा होती है।

---

1. J. B. Leighly, 'Graphic Studies in Climatology, II. The Polar Form of Diagram in Plotting of the Annual Climatic Cycle', *University of California Publications in Geography* अंक 2, सं० 13 (बर्कले, 1929)।

2. *Manual of Meteorology*, अंक 1 (कैम्ब्रिज, 1926)। अध्याय 6 में जलवायु आँकड़ों के अंकगणितीय तथा आलेखी व्यवहार कौशल (manipulation) के विकास पर विचार किया गया है। इस विधि का प्रयोग W. T. Gehrke, 'The Wind Flow Diagram, *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 34, पृ० 63-6 (लंकास्टर, पे०, 1944) में हुआ है। R. Geiger, *The Climate Near the Ground* (हारवर्ड, 1950) में इस विधि का विस्तृत उपयोग मिलता है।

प्रक्रिया को स्पष्ट किया गया है। इससे मिलते-जुलते आरेख जिन्हें तुंगावधि सममान रेखाएँ (hypso-chronoisopleths) कहा गया है, ऊँचाई एवं समय दोनों के साथ मौसम के तत्वों के विचरणों को दिखलाने के काम आ सकते हैं।

पवनारेख

पवनारेख एक प्रकार का तारक-आरेख है जो किसी स्थान पर पवन की औसत वारंवारता तथा दिशा को प्रदर्शित करने के लिए विशेष रूप से उपयुक्त है। चित्र 90 में विविध प्रकार के पवनारेख दिखलाये गये हैं। पवन की दिशा को सामान्यत: दिग्बिन्दुओं के रूप में बतलाया जाता है, यद्यपि जहाँ अधिक बारीकियाँ आवश्यक हों, वहाँ क्रमसूचक बिन्दुओं का उपयोग किया जा सकता है। सभी पवनों को चुने हुए विन्दुओं की दिशाओं से आते हुए माना जाता है। शांत वायु पर पृथक विचार किया जाता है।

अष्टभुजी पवनारेख

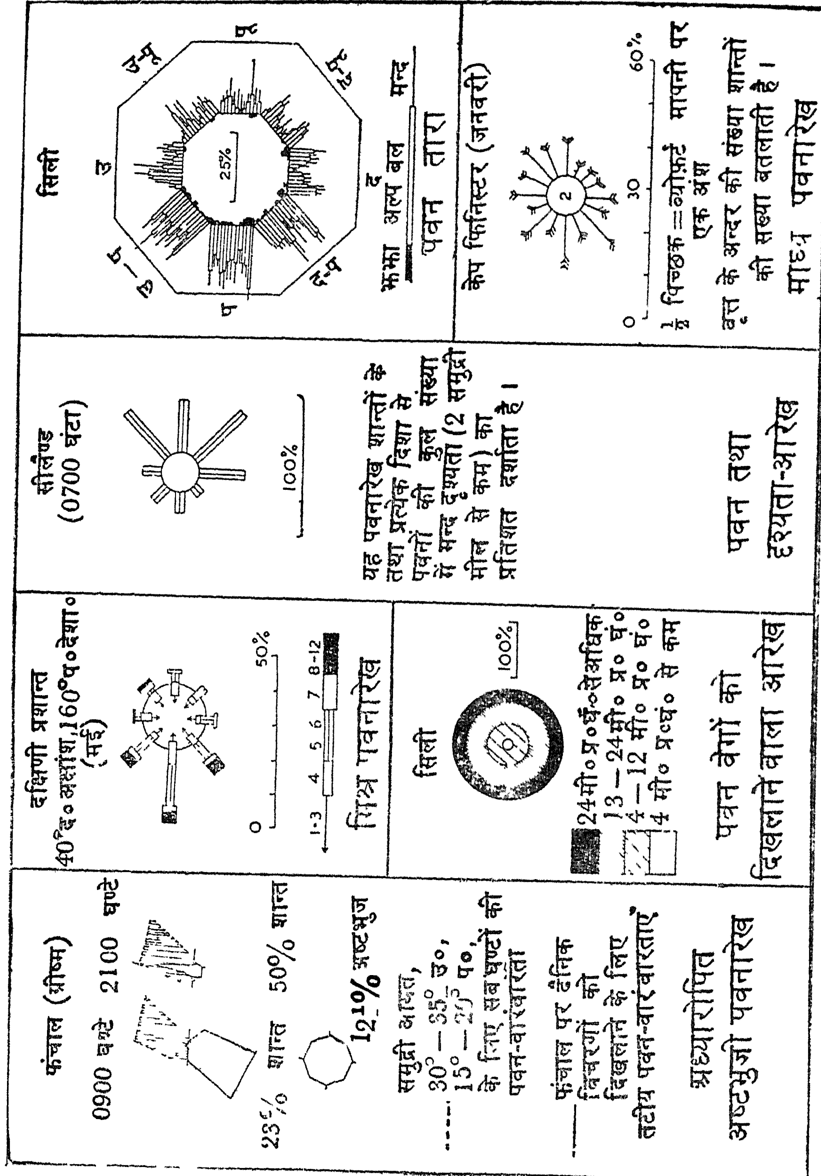
इस आरेख को किसी स्टेशन पर पवन वारंवारता तथा दिशा दोनों की कुल माध्य मासिक दशाओं को प्रतिम्बिबित करने के लिए बनाया गया है। दो सकेन्द्रीय अष्ठभुज इस प्रकार बनाये जाते हैं कि प्रत्येक अष्टभुज की संगत भुजाओं का अन्तर $12\frac{1}{2}$ प्रतिशत वारंवारता को दिखलाता है। प्रत्येक भुजा आठ प्रमुख पवन दिशाओं में से एक को दर्शाती है, और इनमें से प्रत्येक दिशा से पवन में बारह माध्य मासिक वारंवारताओं को स्तंभों के रूप में इस प्रकार आलेखित करते हैं कि यदि प्रत्येक दिशा से पवनों की वारंवारता समान हो तो बारह समान स्तंभों के आठ सेट बनें, जिनमें से प्रत्येक स्तंभ का आधार भीतरी अष्टभुज पर तथा उसका शीर्ष बाहरी अष्टभुज पर हो। अत: औसत से बड़ी वारंवारताएँ बाह्य पौलीगन पर फैले हुए स्तंभों से प्रकट होंगी और इसके विपरीत होगा। शांत वायु को भीतरी अष्टभुज के केन्द्र में आरेखी तरीके से दिखलाया जाता है (चित्र 91)।

सरल पवनारेख

अष्टभुजी पवनारेखों की व्याख्या करना कठिन होता है और वे जिन दशाओं को दिखलाते हैं उन्हें एक-एक महीने की दशाएँ प्रदर्शित करने वाले बारह आरेखों से अधिक सरलता पूर्वक दिखलाया जा सकता है। दो सकेन्द्रीय वृत्त बनाये जाते हैं, जिनके परिधि $12\frac{1}{2}$ प्रतिशत दर्शाने वाली परस्पर दूरी पर रखे जाते हैं, और इस आधार पर आठों दिशाओं में से प्रत्येक से पवन की प्रतिशत वारंवारता को दर्शाने वाले स्तंभ बनाये जाते हैं; शांत वायु की प्रतिशत वारंवारता को छोटे वृत्त के अन्दर लिखी एक संख्या से व्यक्त किया जाता है। यदि ऋतु परिवर्तनों की आवश्यकता न हो तो प्रत्येक दिशा से पवन की औसत वार्षिक वारंवारताओं को भी इस तरीके से दिखलाया जा सकता है।

मिश्र पवनारेख

प्रदर्शित की गयी विशेष दशाओं से सम्बन्धित पवन-तीव्रताओं (Strengths) की वारंवारताओं को दिखलाने के लिए पवनारेख के स्तंभों को, जो वारंवारता दिखलाते हों,



चित्र 90—पवनारेख तथा पवन-वेग आरेख के प्रकार

विशेष उदाहरण निम्न स्रोतों से लिये गये है : (1) Meteorological Office, *Weather in Home Waters and the North-eastern Atlantic*, अंक 2, भाग 1 (लन्दन, 1944) तथा भाग 4 (लन्दन, 1940); (2) E. G. Bilham, *Climate of the British Isles* (लन्दन, 1938); (3) Sir Napier Shaw तथा L. G. Garbett, 'A New Sort of Wind Rose', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, अंक 59, पृ० 39-44 (लन्दन, 1933) ।

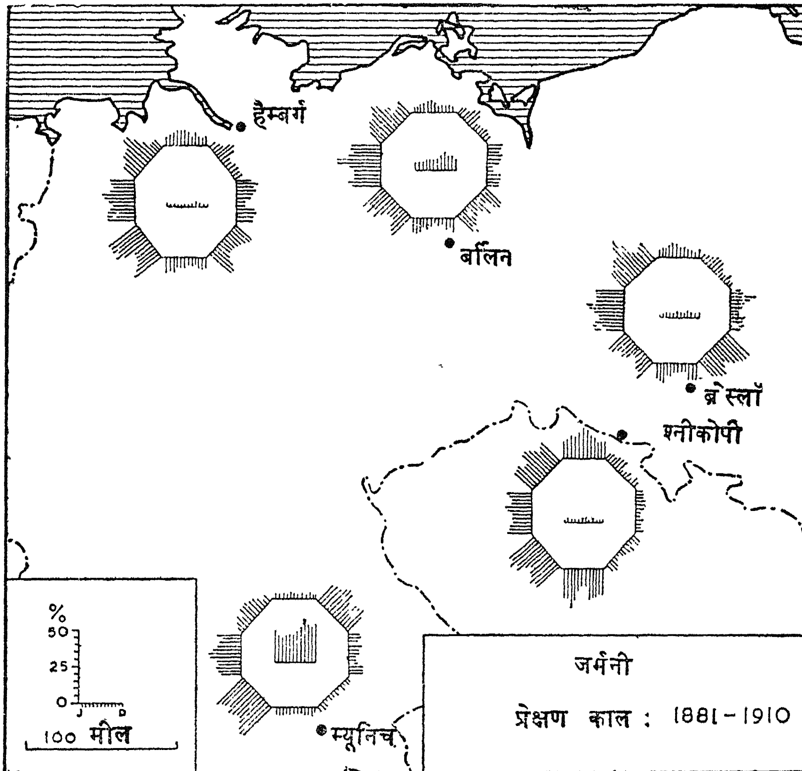
विभाजित किया जा सकता है (चित्र 90)। अधिकांश कार्यों के लिए निम्नलिखित वेगों को दिखलाने वाले चार विभाग सामान्यतः पर्याप्त होते हैं :

1. 24 मी० प्र० घं० से अधिक
2. 13 से 24 मी० प्र० घं०
3. 4 से 12 मी० प्र० घं०
4. 4 मी० प्र० घं० से कम

इस प्रकार के पवनारेखों को प्रायः ऊपरी पवनों के विश्लेषण में प्रयोग करते हैं, जो कि धरातलीय पवनों से बहुत तीव्र होती हैं।

अध्यारोपित पवनारेख

पवन के असामान्य दैनिक विचरणों को दिखलाने के लिए पवनारेखों की योजना को



चित्र 91—अवस्थापित पवनारेख

E. Alt, 'Klimakunde von Mittel-und–Südeuropa', W. Köppen तथा R. Geiger, *Handbuch der Klimatologie*, अंक 3, पृ० 203-4 (बर्लिन, 1938) पर आधारित।

शान्त वायु को प्रत्येक अष्टभुज के केन्द्र में दर्शाया गया है।

अपनाया जा सकता है। उदाहरण के लिए, किसी स्थान पर दिन एवं रात के बीच पवन की बदलती हुई दिशाओं को प्रमाणित करने के लिए, दिन के विभिन्न समयों पर माध्य दशाओं को दिखलाने वाले पवनारेखों को अध्यारोपित किया जा सकता है (चित्र 90)। इस कार्य में स्पष्टता के लिए, वारंवारताओं को एक केन्द्रीय विन्दु से आलेखित किया जाता है और उन्हें एक विषम अष्टभुज के रूप में मिला दिया जाता है।

पवन तथा दृष्यता-आरेख

दृष्यता तथा पवन की दिशा के परस्पर सम्बन्धों को पवनारेखों के रूप में दर्शाया जा सकता है। अक्सर प्रेक्षणों को एक ही समय किया जाता है, जिससे कि बुरी एवं अच्छी दृष्यता की वारंवारताओं को पवन की दिशा के साथ सहसम्बन्धित किया जा सके। उदाहरण के लिए बुरी दृष्यता की प्रतिशत वारंवारता को फिर पवनारेख में प्रस्तुत करने के लिए पवन की विभिन्न दिशाओं के लिए आलेखित किया जा सकता है (चित्र 90)।

पवन-तारक

सोलह क्रमसूचक दिशाओं से पवन की मासिक वारंवारताओं के साथ ही माध्य वेगों को दिखलाने वाले पवनारेखों को पवन-तारक कहा गया है (चित्र 90)।[1] इन तारकों की युक्ति चतुरता से की गयी है किन्तु इनका निर्माण कुछ परिश्रम पूर्ण है। इसके अतिरिक्त इनका लघुकरण बहुत अच्छा नहीं होता और इन्हें प्रादेशिक विभिन्नताओं को दिखलाने के लिए आधार मानचित्र पर अवस्थापित नही किया जा सकता।

वर्षा परिक्षेपण आरेख

वर्षा के वितरण के विश्लेषण में वर्षा परिक्षेपण आरेख हाल के वर्षों में एक महत्वपूर्ण यन्त्र बन गये हैं। वर्षा की परिवर्तिता के अधिक परिमेय अनुमान करने में तथा वर्षा की प्रवृत्तियों के वर्गीकरण में इन आरेखों से प्राप्त माध्यक तथा शततमक मान कुछ दशाओं में माध्य मानों से या उन गुणांकों से जो माध्य मानों से निकाले जाते हैं, अधिक अर्थपूर्ण होते हैं (देखिये परिशिष्ट, अ० सं० 45)।[2]

---

1. Sir Napire Shaw तथा L. G. Garbett, 'A New Sort of Wind Rose', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, अंक 59, पृ० 39-44 (लन्दन, 1933)।

2. माध्यक के मान की व्याख्या के लिए American Geographical Union, 1940 Committee, 'Report of Committee on Median v. Arithmetical Average', *Transactions of the American Geographical Union*, भाग 1, (वाशिंगटन, 1941) देखिये।

   परिवर्तिता गुणांक से परिकलित तथा वास्तव में परिक्षेपण आरेख से प्रकटित, दोनों प्रकार से, वर्षा के वितरण की रोचक आलेखी तुलना को भी, E. E. Lackey, 'Annual Variability Rainfall Maps of the Great Plains', *Geographical Review*, अंक 27, पृ० 665-70 (न्यू यार्क, 1937) में देखिये।

आरेख का निर्माण

किसी स्टेशन के लिए वर्षा की वार्षिक मात्राओं के परिक्षेपण के आरेखों को इस प्रकार बनाया जा सकता है कि एक ऊर्ध्वाधर मापनी के सामने, जिसका विभाजन आधार पर शून्य से शिखर पर अधिकतम वर्षा योग के तुल्य हो, बस उपयुक्त आकार के विन्दु आलेखित कर दिये जायें, जिनमें से प्रत्येक एक वर्ष की वर्षा को प्रदर्शित करता हो (चित्र 92)।[1] जब तक कि कम से कम पैंतीस वर्षों की वर्षा का अभिलेख उपलब्ध नहीं है, तब तक इसका विश्लेषण करने के प्रयास की सम्मति नहीं दी जा सकती।

वार्षिक परिक्षेपण ग्राफ़ों का सीमित महत्व होता है; मासिक आरेख अधिक उपयोगी होते हैं। इनके लिए मापनी का विभाजन शून्य से श्रेणी में अधिकतम मासिक वर्षा तक किया जाता है। फिर वर्ष के प्रत्येक महीने में पृथक वर्षा परिक्षेपण दिखलाने के लिए मासिक मानों को आलेखित किया जाता है (चित्र 92)।

माध्यक तथा शततमक मान

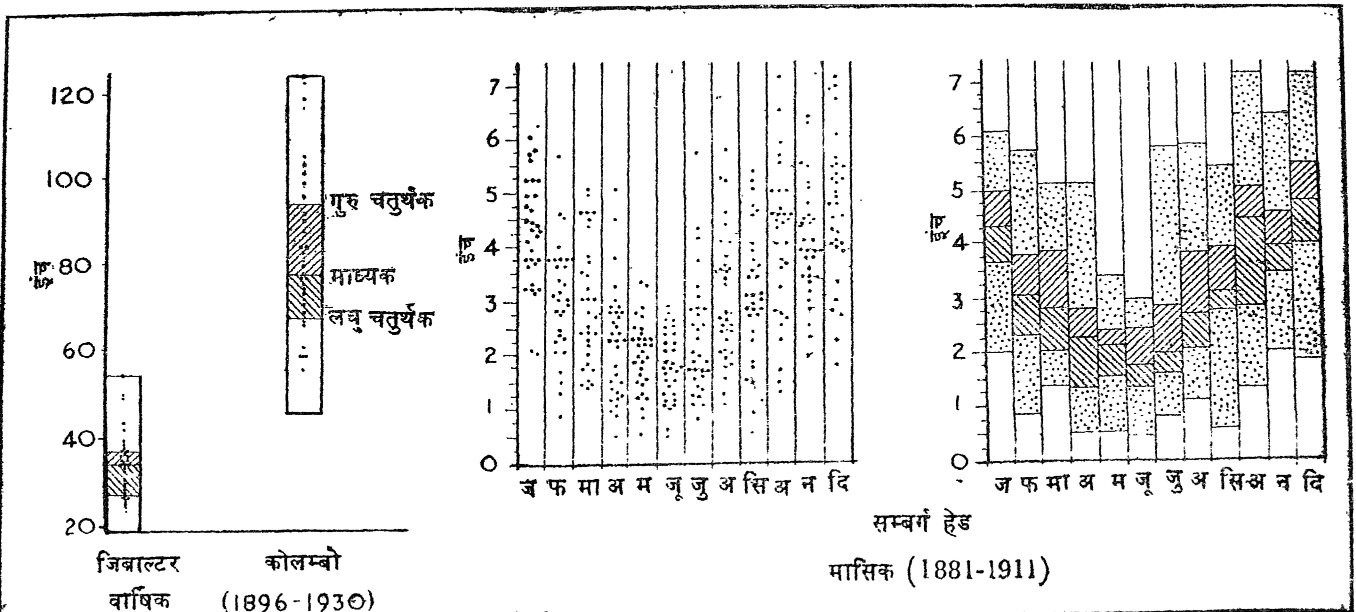
किसी परिक्षेपण आरेख में वर्षा का माध्यक या मध्य मान वह होता है जो आरेख के विपरीत सिरों पर वर्षा की दो पराकाष्ठाओं के मध्य स्थान पर रहता है। अतः एक पैंतीस वर्ष की श्रेणी में न्यूनतम से गिनते हुए अठारहवाँ मान माध्यक मान होता है। लघुचतुर्थक मान वह होता है जो माध्यक तथा न्यूनतम के बीच में तथा मध्य स्थान में हो, अर्थात् उपर्युक्त दशा में यह न्यूनतम से गिनते हुए नवीं तथा दसवीं संख्याओं के बीच में आधी दूरी पर स्थित हो। इसी प्रकार से गुरुचतुर्थक मान आरेख पर उच्चतम से गिनते हुए नवीं तथा दसवीं संख्याओं के बीच में स्थित होगा। आरेख पर इन मानों को छोटी क्षैतिज रेखाओं से आलेखित किया जा सकता है (चित्र 92)। इस प्रकार से श्रेणी में अभिलिखित आधे मान गुरु तथा लघु चतुर्थक मानों के बीच में स्थित होंगे।

बृहत्, लघु तथा श्रेणीकृत अवकाश (Major, Minor and Graded Breaks)

किसी स्टेशन पर वर्षा में असातत्यों का अनुमान आसन्न महीनों के चतुर्थक तथा माध्य मानों की आपेक्षिक स्थितियों के निरीक्षण से किया जा सकता है। यदि किसी एक महीने की अंतश्चतुर्थक पट्टी उसके आसन्न महीने वाली से अलग है तो सामान्यतः वर्षा में एक **बृहत् अवकाश** या अन्तराल प्रकट होता है। औसत रूप से ऊपरी पट्टी वाला महीना निचली

---

1. वर्षा के विश्लेषण में परिक्षेपण आरेखों के प्रयोग के विचार की संकल्पना P. R. Crowe ने की थी, 'The Analysis of Rainfall Probability', *Scottish Geographical Magazine*, अंक 49, पृ० 73-91 (एडिनबरा, 1933); तथा 'The Rainfall of the Western Plains', *Geographical Review*, अंक 26, पृ० 463-84 (न्यू यार्क, 1936)। H. A. Matthews, 'A New View of Some Familiar Indian Rainfalls', *Scottish Geographical Magazine*, अंक 52, पृ० 84-97 (एडिनबरा, 1936)।



चित्र 92—वर्षा परिक्षेपण आरेख

बायें-हाथ के आरेख के लिए आँकड़ों को *World Weather Records*, Smith sonian Miscellaneous Collections, अंक 79 तथा 90 से लिया गया था। अन्तश्चतुर्थक (inter-quartile) परिसरों को छायाकृत किया गया है।

मध्य का आरेख *Great Britain*, *Annual Average*, 1881-1915 (आर्डनेन्स सर्वे, 1949) पर आधारित है।

दायें-हाथ का आरेख उन्हीं आँकड़ों से बनाया गया है किन्तु केवल शततमक परिसर, माध्यक तथा चतुर्थक मानों को स्तंभों से दिखलाया गया है जो कि तुलना के उद्देश्य से छायाकृत हैं।

पट्टी वाले से अधिक आर्द्र होगा। इसका संयोग कि बाद वाला अधिक आर्द्र होगा, आठ में से केवल एक होता है। **लघु अवकाश,** जो अर्ध क्रम भंगताएँ बतलाते हैं, तब उपस्थित माने जाते हैं जब एक महीने का माध्यक तथा लघु चतुर्थक एक आसन्न महीने के क्रमशः गुरू चतुर्थक तथा माध्यक से ऊपर स्थित हों। यदि ये दशाएँ आसन्न के बजाय एकांतर महीनों में मिलें, तो बृहत् या लघु के बदले जैसी दशा हो एक **श्रेणीकृत अवकाश** उपस्थित बतलाया जाता है। वर्षा की प्रवृत्तियों में असातत्य को, जैसा कि अवकाश से पता चलता है, सममान रेखाओं की सहायता से मानचित्रित किया जा सकता है।

गुण तथा दोष

परिक्षेपण ग्राफ़ों का बनाना सरल होता है। ये एक ही झलक में किसी एक स्टेशन की वर्षा का परिक्षेपण दिखलाते हैं। बिना लम्बे सांख्यिकीय परिकलन की आवश्यकता के, ये ऋतुवार वितरण तथा यथार्थ परिवर्तिता को प्रकट करते हैं। जहाँ तक वर्षा का सम्बन्ध है, माध्य मान की तुलना में माध्यक मान से अनेक लाभ हैं, क्योंकि इनमें से पहिला एक मिथ्या प्रभाव उत्पन्न करता है। एक शुष्क ऋतु वाले स्थानों के लिए विशेष रूप से ऐसा होता है। दूसरी ओर, परिक्षेपण आरेख की कुछ हानियों को डब्ल्यू० एच० हॉग ने बतलाया है,[1] जिन्होंने इस तथ्य की ओर ध्यान दिलाया कि वर्षा के प्रदेशों में प्रभेद करने के लिए आसन्न महीनों के उसी जोड़े के असातत्य सदैव एक संतोषजनक कसौटी नहीं होतीं और यह कि वर्षा के माध्यक मानों का प्रतिशत के आधार पर वैधता से उपयोग नहीं किया जा सकता क्योंकि किसी स्टेशन के बारह मासिक माध्यक मिलकर वार्षिक माध्यक के बराबर नहीं होते।

जलवायु प्रभावारेख (Climographs)

क्लाइमोग्राफ़ (या क्लाइमोग्राम) एक ऐसा आरेख है जिसमें किसी एक स्टेशन पर जलवायु के तत्वों के आँकड़े एक दूसरे के सम्मुख आलेखित किये जाते हैं और परिणामी ग्राफ़ की आकृति तथा स्थिति उस स्थान की सामान्य जलवायु सम्बन्धी प्रकृति का सूचकांक प्रस्तुत करती है।[2] सामान्यतः तुलना के लिए एक चार्ट पर ऐसे कई आरेख आलेखित किये जाते हैं। संसार की जलवायु दशाओं में विभिन्नताओं को संक्षेप में प्रस्तुत करने के लिए इन आरेखों का उपयोग हो सकता है और डब्ल्यू० कोपेन ने इस सम्बन्ध में इनका उपयोग किया था।[3] इन्होंने एक ऐसा चार्ट बनाया था जिसमें शीततम महीने के तापमानों

---

1. W. H. Hogg, 'Rainfall Dispersion Diagrams', *Geography*, अंक 33, पृ० 31-7 (लन्दन, 1948)।
2. इस प्रकार के आरेख की कल्पना सर्व प्रथम J. Ball ने की थी, 'Climatological Diagrams', *Cairo Scientific Journal*, अंक 4, (कैरो, 1910)।
3. W. Köppen, 'Klassifikation der Klimate nach Temperature, Niederschlag und Jahrslauf', *Petermann's Geographische Mitteilungen*, अंक 64, पृ० 193-203, 243-48 तथ Tafel 11 (गोथा, 1918)।

को भुजों के रूप में तथा कोष्णतम महीने के तापमानों को कोटियों के रूप में आलेखित किया गया है। उष्णकटिबंधी, मध्यतापीय, बोरियल तथा टुंड्रा आदि जलवायु प्रकारों की आपेक्षिक स्थितियों को बतलाने के लिए चार्ट के चौखटे को उपविभाजित किया गया था।

जे० बी० लेली के जलवायु-प्रभावारेख

जे० बी० लेली ने कोपेन के विचारों पर आगे काम करके ऐसे अनेक क्लाइमोग्राफ़ बनाये जिन्हें संसार के विभिन्न भागों की जलवायु की तुलना में प्रयोग किया जा सके।[1] इनमें से एक ऐसा था जो तापमान के विश्लेषण में कोपेन पर आधारित था। एक अन्य को मृदा-आर्द्रता से सम्बन्धित तापमान एवं वर्षा के क्रान्तिक मानों को अभिलिखित करने के लिए विशेष रूप से डिज़ाइन किया गया था। इस चार्ट के चौखटे को क्षैतिज दिशा में ° फ़० में तथा ऊर्ध्वाधर दिशा में वर्षा की इंचों में विभाजित किया गया था, जिससे कि माध्य वार्षिक तापमान को भुजों के रूप में तथा माध्य वार्षिक वर्षा को कोटियों की भाँति आलेखित किया जा सके। और अधिक परिष्कार के रूप में इस चार्ट में क्रान्तिक अक्ष भी बनाये गये थे जो शुष्क जलवायु की पहिचान के लिए वर्षा के वितरण की विविध प्रवृत्तियों को ध्यान में रखने वाले सूत्रों से निकाले गये थे।

इनके अतिरिक्त ऋतुवार वर्षा के वितरण के अनुसार वर्षा या वन वाले जलवायु प्रकारों का उपविभाजन कर सकने के लिए कुछ ग्राफ़ बनाये गये थे। इनमें से एक ग्राफ़ में शुष्क ऋतु की उपस्थिति दिखलाने के लिए वार्षिक वर्षा के सम्मुख शुष्कतम मास की वर्षा को आलेखित किया गया था, और एक दूसरे ग्राफ़ में वर्षा की प्रवृत्तियों के ऋतुवार विपर्यासों को चित्र द्वारा समझाने के लिए वर्षा होने की ऋतु के अनुसार एक उपयुक्त अक्ष पर न्यूनतम वर्षा के सामने उच्चतम वर्षा को आलेखित किया गया था।

जी० टेलर के जलवायु प्रभावारेख

मानव सक्रियता पर जलवायु दशाओं के प्रभाव को दिखलाने के लिए जलवायु प्रभावारेख को उपयुक्त बनाया जा सकता है। उदाहरणार्थ, जी० टेलर ने जलवायु प्रभावारेख का इस कार्य के लिए उपयोग किया है। ये अपने एक जलवायु प्रभावारेख में आर्द्र-बल्ब ताप-मान के सम्बन्ध में आपेक्षिक आर्द्रता के मानों को आलेखित करके मनुष्य पर जलवायु के शरीर-क्रियात्मक प्रभावों को दर्शाते हैं। चार्ट का चौखटा —10^0 फ़० से 90^0 फ़० तक आर्द्र-बल्ब तापमान दिखलाने के लिए एक अंशांकित ऊर्ध्वाधर पार्श्व-मापनी तथा 20 से 100 प्रतिशत तक प्रतिशत आपेक्षिक आर्द्रता दिखलाने वाली एक क्षैतिज तली-मापनी से बना है। इन्होंने चार्ट के उत्तर-पश्चिमी कोने को **झुलसता** (उच्च आर्द्र-बल्ब, न्यून आपेक्षिक आर्द्रता), उत्तर-पूर्वी कोने को **उमसदार** (उच्च आर्द्र-बल्ब, उच्च आपेक्षिक आर्द्रता), दक्षिण-पश्चिमी को

---

1. J. B. Leighly, 'Graphic Studies in Climatology. I. Graphic Representation of a Classification of Climates', *University of California Publication in Geography*, अंक 2, सं० 3 (बर्कले, 1926)।

कीन (*Keen*) (न्यून आर्द्र-बल्ब, न्यून आपेक्षिक आर्द्रता), तथा दक्षिण-पूर्वी को **शीतार्द्र** (*raw*) (न्यून आर्द्र-बल्ब, उच्च आपेक्षिक आर्द्रता) का नाम दिया था। इस चार्ट पर किसी स्टेशन के माध्य मासिक आँकड़े आलेखित करते हैं, प्रत्येक महीने की पहिचान के लिए एक अक्षर लिखते हैं और आलेखित विन्दुओं को फिर मिला देते हैं।[1] इस प्रकार के जलवायु प्रभावारेख की एक विभिन्नता के लिए चित्र 93 देखिये।

हीदरग्राफ जी० टेलर के द्वारा प्रयोग किया गया एक अन्य जलवायु प्रभावारेख है जिसमें माध्य मासिक तापमानों को कोटियों की भाँति तथा माध्य मासिक वर्षा के मानों को भुजों की भाँति आलेखित करते हैं।[2] इनका उपयोग मुख्यत: मानव सक्रियता के सम्बन्ध में, विशेषकर बस्ती के सम्बन्ध में, मोटे तौर पर जलवायु भेदों का संक्षेप करने में होता है।

ई० ई० फॉस्टर का जलवायु प्रभावारेख

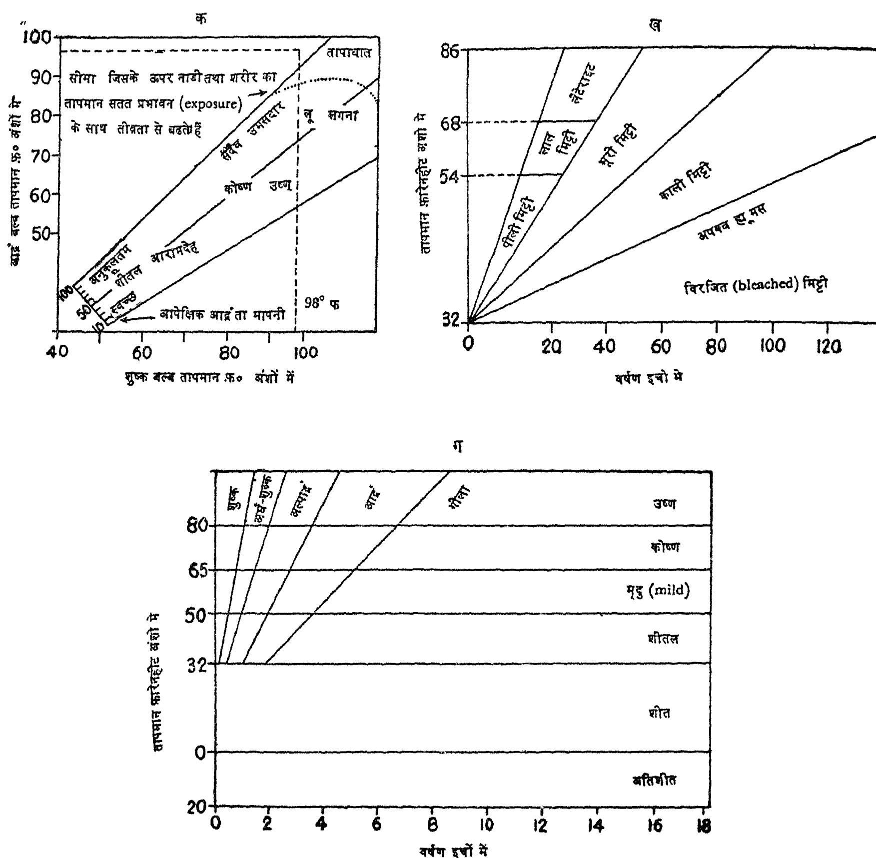
ई० ई० फॉस्टर ने जलवायु के वर्गीकरण की थार्न्थवेट की योजना की सहायता से एक जलवायु प्रभावारेख (चित्र 95) बनाया है (देखिये पृ० 197)।[3] यह समकोणिक निर्देशांक की ग्रिड प्रणाली से बना हुआ एक चार्ट होता है। ऊर्ध्वाधर पार्श्व-मापनी –20° फ़० से 100° फ़० तक अंशांकित होती है और क्षैतिज तली-मापनी 0 से 18 इंच वर्षा तक। इस चार्ट में 6 तापमान कटिबन्ध होते हैं, **अतिशीत** (–20° फ़० से 0° फ़०), **शीत** (Cold) (0° फ़० से 32° फ़०) **शीतल** (32° फ़० से 50° फ़०), मृदु (50° फ़० से 65° फ़०), **कोष्ण** (65° फ़० से 80° फ़०) तथा **उष्ण** (80° फ़० से अधिक)। शीतल, मृदु, कोष्ण तथा उष्ण विभागों को फिर **शुष्क** (सीमान्त ग्रिड विन्दु, 32 4° फ़०, 0·32 इंच वर्षा; 83·2° फ़०, 1·03 इंच वर्षा); **अर्ध-शुष्क** (सीमान्त ग्रिड विन्दु, 32·4° फ़०, 0·59 इंच; 83·2° फ़०, 193 इंच); **अल्पार्द्र** (सीमांत ग्रिड विन्दु, 32·4° फ़०, 1·10 इंच; 83·2° फ़०, 3·6 इंच); **आर्द्र** (सीमान्त ग्रिड विन्दु, 32·4° फ़०, 2·05 इंच; 83·2° फ़०, 6·73 इंच) में उपविभाजित किया गया है।

विशेष जलवायु-प्रभावारेख

जलवायु-प्रभावारेखों का उपयोग जलवायु के अवभेदन के विशेष पहलुओं के प्रदर्शन के लिए किया जा सकता है—जैसे कि प्रभावी वर्षा के सम्मुख घन्टे प्रति मास में वर्धनकाल की लम्बाई को आलेखित करते हुए आर्थिक पहलुओं को किया जाय। इन्हें जलवायु तथा मिट्टी के प्रकार के संबन्धों को दिखलाने के लिए भी उपयुक्त बनाया जा सकता है (चित्र 94)।

---

1. एक उदाहरण के लिए A. A. Miller, *Climatology* (लन्दन, 1942) देखिये।
2. G. Taylor, *Urban Geography* (लन्दन, 1949) में उदाहरणों को देखिये।
3. E. E Foster, 'A Descriptive Graph of Climate', *Transactions of the American Geographical Union*, भाग 2, (वाशिंगटन, 1944)।



चित्र 93-5—जलवायु प्रभावारेख

क United States Department of Agriculture, *Climate and Man*, पृ० 249 (वाशिंगटन, 1941) पर आधारित है। यह ऐसे जलवायु प्रभावारेख का एक प्रकार है जिसको मानव आराम के रूप में जलवायु दशाओं का वर्णन करने में जी० टेलर ने अपनाया है।

ख को R. Lang, *Verwitterung und Bodenbilding als Einfuhrung in die Bodenkunde* (स्टटगार्ट, 1920) से निकाला गया है और वह जलवायु दशाओं के रूप में मिट्टी के प्रकारों के स्पष्टीकरण में सहायक है।

ग E. E. Foster, *Rainfall and Run-off* (न्यू यार्क, 1949) पर आधारित है। यह थार्न्थवेट के सूत्र का उपयोग करता है और उनके जलवायु वर्गीकरण की प्रणाली को चित्र द्वारा समझाने के लिए डिज़ाइन किया गया है।

क तथा **ग** आरेखों में मासिक मान आलेखित किये जाते हैं, और एक रेखा से मिला दिये जाते हैं, किन्तु लैंग के जलवायु प्रभावारेख में केवल मासिक मानों की आवश्यकता होती है।

तीर

पृथ्वी के धरातल पर वायु के क्षैतिज संचलन को रूढ़ तरीके से दिखलाने के लिए

पवन-बल	पवन वारंवारता		
	50% से कम	50—75%	75% से अधिक
1-3	← - - - - -	← -- -- --	←————
4-7	⊲□ □ □ □	⊲▭ ▭ ▭ ▭	⊲▭▭▭
8 तथा अधिक	⊲ □ □	⊲▭ ▭	⊲▭▭
केवल दिशा ← - - - - - - -			

पवन-बल	पवन वारंवारता		
	50% से कम	50—75%	75% से अधिक
1-3	←...........	← — — —	←———
4-7	←....../.....	← —/— —	←——/——
8 तथा अधिक	←.....//.....	← —//— —	←——//——

चित्र 96—तीर प्रणालियाँ

पवन की दिशा और वेग के वितरण को दिखलाने के लिए विविध प्रणालियों की युक्ति की जा सकती है और ऊपर दी गयी दो, जिनमें स्पष्टता के लिए अतिशयोक्ति उत्पन्न की गयी है, का उद्देश्य केवल उदाहरण प्रस्तुत करना है।

तीरों का उपयोग किया जाता है। इन्हें वायु के प्रक्षेप-पथों[1] या, और भी प्राय:, पवन की दिशा तथा वायु-धाराओं की दिशा दिखलाने के लिए काम में लाया जा सकता है।

वर्ष के विभिन्न समयों पर नियतवाही पवन दिशाओं को दर्शाते हुए, 'पवन के साथ उड़ते हुए', छोटे तीरों के द्वारा भूमंडलीय या स्थानीय पवन प्रणालियों को बिल्कुल सरलता से दिखलाया जा सकता है। इन्हें माध्य समदाब रेखाओं से अनुमान करके बनाया जा सकता है और यह आवश्यक नहीं है कि ये सारणीबद्ध प्रेक्षणों पर आधारित हों।[2]

जहाँ पर प्रेक्षण उपलब्ध हों, औसत पवनबल के अनुसार तीर के दण्ड को मोटा करते हुए तथा वारंवारता दिखलाने के लिए तीर के दण्ड के 'पेक' (अर्थात् चोंच प्रहार) चित्रण के द्वारा ऐसे पवनों की वारंवारता तथा बल को मोटे तौर से दिखलाया जा सकता है। अथवा, पूँछ के पंखों की तथा विभेदी दण्डों की प्रणाली का प्रयोग किया जा सकता है (चित्र 96)।[3]

सिनाप्टिक चार्टों के ऊपर जहाँ एक निश्चित समय की पवन दशाओं को आलेखित करना होता है, वहाँ वारंवारता की आवश्यकता नहीं पड़ती। अत: पवन की दिशा को नुकीले तीरों से दिखलाते हैं, या स्टेशन के प्रतीकों तक बढ़ते हुए तीरों से, जिनकी पूँछ अपने पंखों की संख्या से पवन-बल को दिखलाती है।[4]

जलवायु का सम्बन्ध शुद्ध एवं सरल धरातलीय पवनों के बजाय विशेष प्रदेशों से आने वाली विविध प्रकार की वायु-राशियों से अधिक होता है। तीरों के द्वारा औसत धरातलीय पवनों को आलेखित करने का उपयोग, जलवायु के स्थानीय अवभेदन में है, किन्तु जलवायु घटनाओं के मूल कारणों के विश्लेषण में इसका महत्व नहीं के समान है। समदाब रेखी प्रतिरूपों के कालानुकम-अनुक्रम तथा औसत वारंवारता के साथ ही सम्बन्धित मौसमी दशाओं का सूक्ष्म अध्ययन किसी स्थान पर वायु-राशि के स्रोत तथा प्रकृति को निर्धारित करने का

---

1. H. B. Byers, *General Meteorology* (न्यू यार्क, 1944) में जी० आई० टेलर पर आधारित एक मानचित्र देखिये जो जुलाई 16-25, 1913 में ग्रैण्ड बैंक्स के निकट वायु का परिकलित प्रक्षेप-पथ दिखलाता है। प्रक्षेप-पथों के परिकलन की पूर्ण व्याख्या W. J. Saucier, *Principles of Metorological Analysis*, पृ० 312, (शिकागो, 1955) में मिलती है।
2. यदि वायु दाब की दशाएँ ज्ञात हों तो, पवन दिशाओं तथा पवन वेगों के परिकलन में विस्तृत परिकलन करने होते हैं जिनमें ताप गतिकी (thermodynamics) का कुछ ज्ञान आवश्यक होता है। तथापि व्यावहारिक सूत्रों का उपयोग किया जा सकता है और H. B. Byers, *General Meteorology* (न्यू यार्क, 1944), तथा S. Petterssen, उ० ग्र० (1940) में इनकी विस्तृत व्याख्या की गयी है।
3. एक प्रयोग के लिए Meteorological Office, *A Barometer Manual*, प्लेट 7 एवं 8 (11वाँ संस्करण, 1932) देखिये।
4. वेगों की मापनी के लिए, Meteorological Office, *The Weather Maps* तृतीय संस्करण (लन्दन, पुनर्मुद्रित, 1950) देखिये।

एक तरीका प्रस्तुत करता है। मौसम का व्यावसायिक पूर्वानुमानकर्ता ऐसे विश्लेषणों को विधिवत करता है, और विशिष्ट वायु राशियों के परिकल्पित स्रोत प्रदेशों को अंकित करके और ऐसे स्रोत प्रदेशों से सामान्यीकृत वायु संचलन को तीरों से दिखलाते हुए निष्कर्षों को आलेखित किया जाता है।[1]

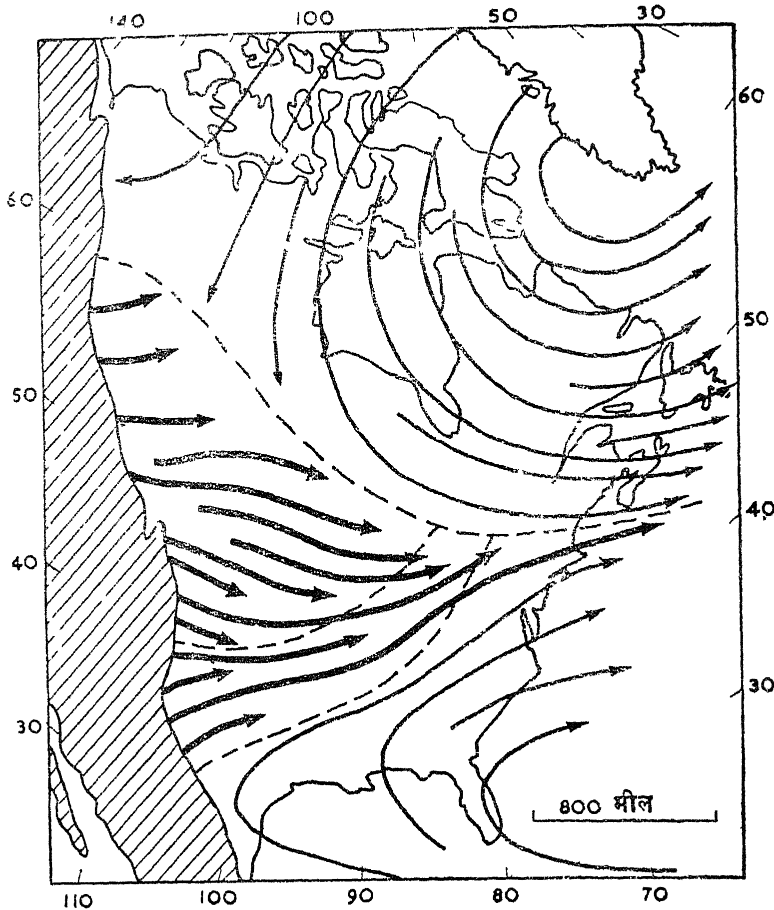
विभिन्न ऋतुओं के प्रतिनिधि माध्य वायु संचलन को प्रवाह-रेखाओं के द्वारा दिखलाया जा सकता है, जो लम्बे खिंचे हुए तीरों का रूप धारण करती हैं और दिशा परिवर्तन को दिखलाने के लिए वक्राकार हो जाती हैं (चित्र 97)। प्रवाह रेखाओं को प्राय: परिणामी पवनों पर (देखिये पृ० 178) **प्रवणता तल** पर, जो कि धरातल से लगभग 500 मीटर ऊपर होता है, बनाया जाता है। प्रवाह रेखाओं को धरातलीय पवनों पर खींचा जा सकता है, किन्तु चूँकि घर्षण के कारण धरातल पर विक्षोभ बहुत अधिक है, और चूँकि स्थानीय अवरोधों के कारण पवन की दिशा में अन्तर आता है, इसलिए निष्कर्षों का अर्थपूर्ण होना सम्भव नहीं है। बहुत अधिक ऊँचाइयों के लिए भी प्रवाह रेखाएँ बनाई जा सकती हैं, किन्तु धरातल पर जीवन तथा सक्रियता के दृष्टिकोण से वे 500 मीटर की प्रवाह रेखाओं के समान अर्थपूर्ण नही हैं।[2] पवन सूचक गुब्बारे के प्रेक्षण भी 500 मीटर की ऊँचाई पर पर्याप्त बहुल तथा यथोचित रूप से परिशुद्ध होते हैं, जबकि इस ऊँचाई से और ऊपर अपरिशुद्धता बढ़ती है तथा प्रेक्षण भी कम मिलते हैं।

चित्र में 97 में बनी प्रवाह-रेखाएँ, जो कि प्रवणता-तल पर जनवरी के परिणामी पवनों पर आधारित हैं, महाद्वीप के अधिकांश भाग पर एक तीव्र पश्चिमी संचलन प्रकट करती हैं, किन्तु इसकी रचना में तीन पृथक वायु धाराएँ भाग लेती हैं—राकी पर्वत के आधार से एक शुष्क महाद्वीपीय वायु धारा, उपोष्ण अंध महासागर से एक कोष्ण-आर्द्र वायु धारा, तथा आर्कटिक से एक शीत वायु धारा। उत्तरी अमरीकी महाद्वीप के भागों में जलवायु की अनेक विचित्रताएँ इन वायु धाराओं की विभिन्न उत्पत्तियों के कारण हैं।[3]

जैसा कि जे० आर० बॉरचर्ट अपने लेख में महत्व के साथ कहते हैं, परिणामी पवनों के आधार पर प्रवाह-रेखाओं का बनाना जलवायु के विश्लेषण का एक अत्यन्त उपयोगी तरीका है, किन्तु यह अभी तक उपेक्षित रहा है। तथापि, यह उल्लेखनीय है कि गतिक मौसम विज्ञान (dynamic meteorology) के क्षेत्र में पायनियरों ने बहुत वर्ष हुए इस प्रकार के विश्लेषण को उपयुक्त बतलाया था।[4]

---

1. ऐसे मानचित्रों के लिए S. Petterssen, उ० ग्र० (1940) देखिये।
2. विभिन्न ऊँचाइयों पर परिणामी पवन दिशाओं को दिखलाने वाले मानचित्रों की एक श्रेणी H. R. Byers, उ० ग्र० .1944) में देखिये।
3. J. R. Borchert, 'The Climate of the Central North American Grassland', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 40, पृ० 1-39 (लंकास्टर, पे०, 1950)।
4. J. W. Sandström, *Dynamic Meteorology and Hydrography*, अंक 2, (वाशिंगटन, 1910), उदाहरण के लिए, प्रवाह रेखाएँ बनाने की आलेखी विधियों की व्याख्या करता है।

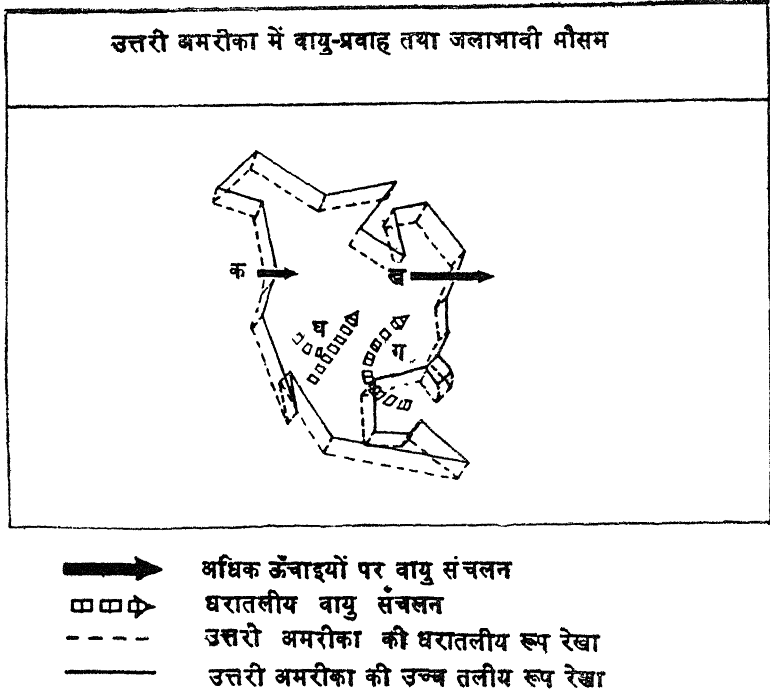


चित्र 97— राकी पर्वत के पूर्व में उत्तरी अमरीका की प्रवाह रेखाएँ

J. R. Borchert, 'The Climates of the Central North American Grassland', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 40, पृ० 19 (लकास्टर, पे०, 1950) पर आधारित।

प्रवाह रेखाएँ 1928-40 के वर्षों के आकड़ों से प्राप्त प्रवणता-तल पर जनवरी का परिणामी माध्य वायु प्रवाह दिखलाती है। विभिन्न दिशाओ की वायु-धाराओं को मोटे और पतले तीर कूपकों से अवभेदित किया गया है। टूटी हुई रेखाएँ, जनवरी के मुख्य *Surface Weather Map* (वेदर ब्यूरो, वाशिंगटन, डी० सी०) पर अभिलिखित निम्न दाब केन्द्रों की अधिकतम उपस्थिति के अक्षीय क्षेत्रों को दिखलाती है। आँकड़े उन हस्तचित्रित मानचित्रों से सुविधा पूर्वक निकल आते हैं जो दैनिक मौसम मानचित्र (0730 बजे, इस्टर्न स्टैण्डर्ड टाइम) के अनुसार निम्न-दाब केन्द्रों की संख्या बतलाते है। ये अभिलेख उत्तरी अमरीका तथा संलग्न जल पर, 1930-39 में, प्रत्येक 3,000 वर्ग मील के कोई 420 क्षेत्रों पर आधारित है।

अवदाबों तथा झंझावातों के भागों को दर्शाना, तीरों का और भी एक उपयोग है। सामन्यतः इन्हें लम्बे तीरों से दिखलाते हैं जो विचाराधीन अवदाबों के केन्द्रों के संचलन की औसत दिशा का अनुसरण करते हैं। सम्बन्धित प्रदेश के संक्षिप्त चार्टों की श्रेणी से

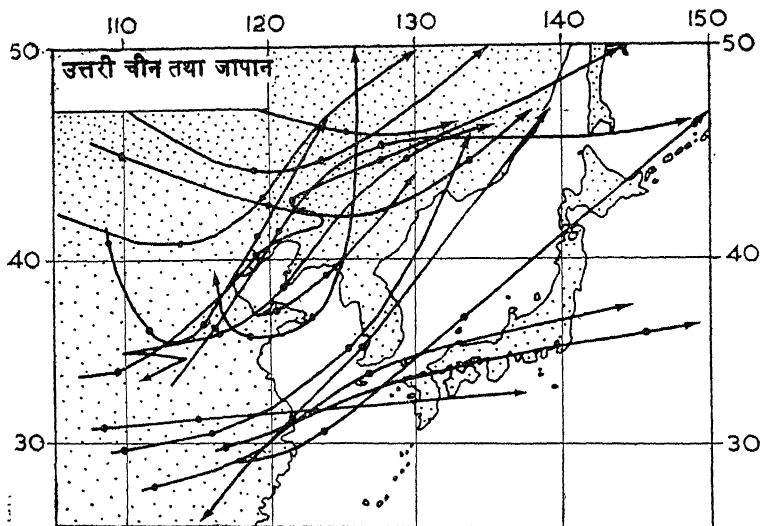


चित्र 98—वायु-धाराओं का एक त्रि-विमीय रेखाचित्र

I. R. Tannehill, *Draught, its Causes and Effects*, पृ० 94 (लन्दन, 1947) पर आधारित।

यह आरेख अनावृष्टि के समय उत्तरी अमरीका पर वायु प्रवाहों के मुख्य अवयवों को दिखलाता है। बायें ओर छोटा तीर, **क**, महाद्वीप की आपेक्षिक कोष्णता के कारण महाद्वीप में वायु के मंद संचलन को दिखलाता है। लम्बा तीर, **ख**, महाद्वीप से बाहर अपेक्षाकृत शीतल अंध महासागर की ओर वायु के तीव्र संचलन को दिखलाता है। तीर, **ग**, महाद्वीप से **घ**, तथा **ङ** अवयवों की असमानता की पूर्ति के लिए वर्षायुक्त धरातलीय वायु के प्रवाह को दिखलाता है। यह धरातलीय वायु सामान्यतः मध्यवर्ती मैदानों में वर्षा ला सकती है। तथापि यदि **क** तथा **ख** की असमानता बहुत बड़ी हो तो मेक्सिको के पठार की ओर से महाद्वीप में शुष्क धरातलीय वायु खिंच आयेगी—तीर **घ**। तब वायु धारा **ग** उत्तर-पूर्व की ओर विक्षेपित हो जायेगी और परिणाम स्वरूप आंतरिक मैदानों को अनावृष्टि का कष्ट सहना होगा। इस अवधि में कनाडा की ओर से कुछ भी नहीं या थोड़ी-सी ही धरातलीय वायु आती है। इस आरेख की तुलना चित्र 89 से करना रोचक होगा।

इसके आँकड़े प्राप्त किये जा सकते हैं ।[1] संचलन के वेग को तीरों के सहारे समय का अन्तराल दर्शाने वाले विन्दुओं को रखकर बतलाया जा सकता है, और प्रायः ऐसा चलन है कि किसी सम्पूर्ण ऋतु के या कई वर्षों के मार्गों की पूरी श्रेणी आलेखित की जाय (चित्र 99) । ऐसे आरेखों से संचलन की माध्य दशाओं को दर्शाने वाले सामान्यीकृत मार्गों को बनाना संभव है । चक्रवात विशेष पथों का किस वारंवारता से अनुसरण करते हैं इसका कुछ आभास लम्बे तीरों से दिया जा सकता है, जिनके दण्डों को चक्रवातों द्वारा प्रदर्शित मार्गों पर चलने के अवसरों की संख्या के समानुपातिक मोटाई का बनाया जा सकता है ।[2]



चित्र 99—चक्रवातीय अवदाबों के पथ, जुलाई

Meteorological Office, *Weather in the China Seas and in the Western Part of the North Pacific Ocean*, अंक 1, भाग 1, पृ० 48 (लन्दन, 1938) ।

ये मार्ग जिकावी की प्रेक्षणशाला द्वारा प्रकाशित वार्षिक चार्टों से लिये गये हैं, और इन्हें Meteorological Services of Nanking and Tokyo द्वारा प्रकाशित संक्षिप्त चार्टों के आधार पर उत्तरी क्षेत्रों में प्रवर्धित किया गया है। मार्गों पर के काले विन्दु क्रमागत संक्षिप्त चार्टों पर पहिचाने गये अवदाबों के केन्द्रों की उत्तरोत्तर स्थितियों को दिखलाते हैं । अतः किसी भी मार्ग पर दो विन्दुओं के बीच की दूरी किसी एक अवदाब द्वारा 24 घन्टे में तय की गई दूरी के बराबर है । प्रयुक्त आँकड़े 1929-31 तथा 1933-34 वाले पाँच वर्षों के हैं ।

---

1. M. A. Garbell (उ० ग्र० 1947) में उष्णकटिबन्धीय (tropical) चक्रवातों के सामान्य भौगोलिक वितरण को दिखलाने वाला एक अत्युत्तम तीर-मानचित्र है ।
2. W. G. Kendrew, *Climatology*, पृ० 342 (आक्सफ़ोर्ड, 1949) में एक उदाहरण देखिये ।

प्रतीक

प्रतीकों का उपयोग मुख्यत: मौसम के आँकड़ों को संक्षिप्त चार्टों पर आलेखित करने में होता है।[1] इन्हें विश्वसनीयता के अनुसार मौसम के स्टेशनों के भिन्न प्रकारों का विवरण दिखलाने के लिए भी काम में लाया जा सकता है।

मौसम तथा जलवायु के वितरण को दिखलाने में समानुपातिक प्रतीकों को विशेष रूप से उपयुक्त बनाया जा सकता है। उदाहरण के लिए, किसी अवदाब के मार्ग से सम्बन्धित वर्षा के वितरण को दिखलाने के लिए समानुपातिक वर्गों का प्रभावपूर्ण उपयोग हो सकता है। वर्गों को विशेष स्थानों पर वर्षा की मात्रा के समानुपातिक बनाया जाता है और, इन्हें वर्षा में समय या अवधि के अनुसार छायाकृत किया जा सकता है।[2]

कभी-कभी माध्य पवन वेगों में प्रादेशिक विभिन्नताओं को दिखलाने के लिए समानुपातिक वृत्तों का उपयोग किया जाता है। एक समान वृत्त खींच कर उन्हें सकेन्द्रीय वृत्तों के द्वारा विभाजित कर दिया जाता है, जिसमें कि 24 मील प्रति घन्टा, 12 से 24, 4 से 12, तथा 4 मील प्रति घन्टा से कम वेग वाले पवनों की प्रतिशत बारंबारता को दर्शाने के लिए विभिन्न मोटाइयों की वृत्ताकार पट्टियों को छायाकृत किया जाता है (चित्र 90)।

कुछ वर्षों की अवधि में असाधारण मौसम—भारी तड़ित् झंझाओं, अभिलेखी वर्षा तीव्रताओं तथा अभिलेखी अनावृष्टियों का वितरण दर्शाने के लिए भी प्रतीकों का उपयोग किया जाता है।[3]

---

1. विस्तार के लिए *The Weather Map* (उ० ग्र०) तथा The International Meteorological Code (उ० ग्र०) देखिये।
2. J. H. G. Lebon, 'The Interpretation of Daily Weather Report', *Geography*, अंक 32, पृ० 53-66 (लन्दन, 1947) में एक मानचित्र देखिये।
3. ऐसे प्रतीकों का उपयोग करने वाले एक मानचित्र के लिए, S. S. Visher, 'Regionalization of the United States on a Precipitation Basis', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 32, पृ० 355-65 (लंकास्टर, पे०, 1942) देखिये।

अध्याय 4

आर्थिक मानचित्र तथा आरेख

आर्थिक भूगोलवेत्ता का सम्बन्ध विविध प्रकार के आर्थिक कार्यों के स्थानिक (Spatial) वितरण से होता है, जिसमें पण्यों का उनके प्रादेशिक पर्यावरण में उत्पादन, वितरण तथा उपभोग का अध्ययन प्रमुख होता है। इस प्रकार वितरणों, स्वरूपों तथा प्रतिरूपों के जिन भौगोलिक सम्बन्धों से काम पड़ता है उन्हें नाना प्रकार के मानचित्रात्मक तरीकों से दिखलाया जा सकता है। जैसा कि वी० सी० फिन्च ने लिखा था, "आर्थिक भूगोल से बढ़ कर ऐसा कोई सामाजिक अध्ययन नही है जो अपने तथ्यों तथा संकल्पनाओं के मानचित्रीय रूप में इतने प्रचुर प्रतीकीकरण के लिए आग्रह करता हो।"[1] उपयोग मे आने वाले बहुत से तरीकों को कुछ मानचित्रात्मक रूढ़ियों के अनुसार होना आवश्यक है, किन्तु आर्थिक भूगोल-वेत्ता बहुधा विधियों के रूपांतरण की युक्ति कर सकता है या अपने आँकड़ो को पूर्णत: मौलिक रूप में प्रदर्शित कर सकता है। बहुमुखी संभावनाओं को ध्यान में रखते हुए यह समझना चाहिये कि इस अध्याय में व्याख्या की गयी विधियाँ तथा समझाने के कार्य में प्रयुक्त मानचित्र और आरेख कदाचित अधिकांशत: केवल उदाहरण तथा सुझाव मात्र हैं।

आँकड़े

साधारण क्षेत्रीय वितरणों के मानचित्रों को छोड़ते हुए अधिकांश मानचित्रो तथा आरेखों में मात्राओं, मानों, मानचित्रों, क्षेत्रफलों, अनुपातों, दूरियों तथा दरो के प्रदर्शन का काम रहता है और इनके संग्रह के लिए बहुत-सी सांख्यिकीय सामग्री का उपयोग करना आवश्यक होता है। वास्तव में आर्थिक भूगोलवेत्ता यह देखता है कि ऐसे आँकड़े उसके लिए आवश्यक स्रोतों का एक बड़ा भाग होते हैं; वह इनसे अपनी तथ्यपूर्ण सूचना का चुनाव करता है, विश्लेषण प्रस्तुत करता है और अपने निष्कर्ष निकालता है। अत: वह अपने आँकड़ों को इकट्ठा तथा सारणीबद्ध करता है, उत्पन्न समस्या के लिए सबसे उपयुक्त मानचित्रात्मक विधि पर विचार करता है—चाहे वह सममान रेखा मानचित्र, वर्णमात्री

---

1. V. C. Finch, 'Training for Research in Economic Geography, *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 34, पृ० 213 (लंकास्टर, पे०, 1944)।

मानचित्र, विन्दु मानचित्र, ग्राफ़ या आरेख हो—और फिर अपनी सारणियों को चुने हुए माध्यम में बदल देता है।

उपलब्ध स्रोत[1]

उपलब्ध सांख्यिकीय स्रोतों का चार शीर्षकों के अन्तर्गत वर्णन किया जा सकता है। इनमें अन्तर्राष्ट्रीय प्रकाशन जिन्हें भूतपूर्व लीग ऑफ़ नेशन्स या संयुक्त राष्ट्र संघ ने प्रस्तुत किया हो, अधिकृत राजकीय प्रकाशन, अन्य प्रकाशित सूचना तथा बहुत-सी अप्रकाशित सामग्री होती है।

अन्तर्राष्ट्रीय प्रकाशन : अन्तर्राष्ट्रीय एजेन्सियाँ आर्थिक भूगोगवेत्ता के लिए बहुत सुविधा पूर्ण रूप में आँकड़ों का संग्रह तथा प्रकाशन कर लेती हैं। महायुद्धों के बीच के समय में लीग ऑफ़ नेशन्स की इकनामिक इन्टेलिजेन्स सर्विस ने कुछ बड़ी मूल्यवान सांख्यिकीय सारांश तैयार किये थे। इसका आधार ग्रंथ *Statistical Year Book* था, जिसमें संसार के लगभग प्रत्येक देश के विषय में, क्षेत्रफल, जनसंख्या, रोज़गार तथा मज़दूरी, उत्पादन तथा उपभोग, यातायात तथा व्यापार के प्राप्य आँकड़े, नवीनतम वर्ष के लिए (और एक अनुदर्शी दशक के लिए) दिये गये थे। देशों को क्रमशः उनके महाद्वीपों के अन्तर्गत वर्णक्रम में समूहबद्ध किया गया था, और पाठ्य को अंग्रेजी तथा फ्रेंच दोनों में दिया गया था, तथा स्रोतों के विषय में बहुत उपयोगी टीप दी गयी थीं, जिन्हें यदि अधिक बारीकियों की आवश्यकता हो तो देखा जा सकता था।[2]

सन् 1947 के आरंभ से अन्तर्राष्ट्रीय आर्थिक आँकड़ों के प्रकाशन का उत्तरदायित्व संयुक्त राष्ट्र के सांख्यिकीय कार्यालय ने ले रखा है, जो डिपार्टमेन्ट ऑफ इकनामिक अफ़ेयर्स के अन्तर्गत है। यह एजेन्सी सदस्य राष्ट्रों से तथा संयुक्त राष्ट्र की विशेष एजेन्सियों से सूचना एकत्रित करती है। मूल प्रकाशन का नाम *Monthly Bulletin of Statistics* है, जिसमें सन् 1937 से प्रत्येक वर्ष के औसत दिये गये हैं और प्रकाशन की तिथि से पहिले के दो वर्षों के मासिक आँकड़े दिये गये हैं। यह संयुक्त राष्ट्रसंघ के सदस्य राज्यों तक ही सीमित नहीं है, किन्तु इसमें कुछ स्पष्ट रिक्त स्थान हैं। *Monthly Bulletin* का उपयोग

1. उपलब्ध सामग्री का एक विस्तृत सारांश, F. J. Monkhouse, 'Current Sources of Reference Material and Statistics,' अर्थात् *A Geographer's Reference Book* (शेफ़ील्ड, 1955; नवीन संस्करण 1959) के अध्याय 3 पृ० 46-62) में दिया गया है।
2. लीग ऑफ़ नेशन्स के अन्य प्रकाशनों में निम्नलिखित सम्मिलित हैं : *Raw Materials and Foodstuffs : Production by Countries*, 1938 (जिनीवा, 1940); *International Trade in Certain Raw Materials and Foodstuffs* (जिनीवा, 1939); *World Economic Survey*, 1938-9 (जिनीवा, 1939); *Review of World Trade* (वार्षिक); तथा *International Trade Statistics* (वार्षिक)। H. Aufricht, *Guide to League of Nations Publications* (लन्दन 1951) में लीग के 1920-47 के, कार्य का पूर्ण जीवनी-सम्बन्धी (biographical) सर्वेक्षण मिलता है।

करने वालों के पास *Supplement : Definitions and Explanatory Terms* होना चाहिये जो आँकड़ों तथा उनकी व्युत्पत्ति से सम्बन्धित बहुत-सी सूचना देता है तथा और भी विस्तृत स्रोतों के लिए उपयोगी मार्गदर्शन करता है। एक से अधिक देशों के आँकड़ों की तुलना करते समय यह विशेष रूप से आवश्यक है क्योंकि वे आधार तथा सूत्र जिनसे प्रकाशित आँकड़े प्राप्त किये जाते हैं अक्सर एक से दूसरे देश में काफ़ी भिन्न होते हैं। *Monthly Bulletin* के अतिरिक्त सन् 1949 में प्रथम *Statistical Year Book of the United Nations Organization* प्रकाशित हुई जो 1948 के विषय में थी, और तब से प्रतिवर्ष उत्तरोत्तर अंक निकले हैं। इनमें कई वर्षों के लिए कुछ अनुदर्शी सूचना मिलती है और विचाराधीन चालू वर्ष के लिए भी होती है।

संयुक्त राष्ट्र सांख्यिकीय कार्यालय नाना प्रकार के अन्य आर्थिक सारांश भी प्रकाशित करता है; ये इतने बहुसंख्यक हैं कि यहाँ पर इनकी सूची देना संभव नहीं है, किन्तु संयुक्त राष्ट्र के विभिन्न एजेन्टों से इनको विस्तारपूर्वक जाना जा सकता है। अन्य बहुत-सी अन्तर्राष्ट्रीय एजेन्सियाँ जो कि अधिकतर प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से संयुक्त राष्ट्र संघ से सम्बन्धित हैं, सांख्यिकीय सारांश तथा वर्ष-बोध (year books) प्रकाशित करती हैं; इन एजेन्सियों में इकनामिक कमीशन फ़ॉर यूरोप, फ़ूड एण्ड ऐग्रीकल्चरल आर्गनाइज़ेशन, इन्टरनेशनल लेबर ऑफ़िस, सब सम्मिलित हैं।[1]

पेरिस में स्थित आर्गनाइज़ेशन फ़ॉर इकनामिक कोआपरेशन एण्ड डेवलपमेन्ट (ओ० ई० सी० डी०), जो कि आर्गनाइज़ेशन फ़ॉर यूरोपियन इकनामिक कोआपरेशन (ओ० ई० ई० सी०) का उत्तराधिकारी है, तथा ब्रुसेल्स की यूरोपियन इकनामिक कम्यूनिटी और लग्ज़ेमबर्ग की यूरोपियन कोल एण्ड स्टील कम्यूनिटी, विशाल मात्रा में सांख्यिकीय सूचना देते हैं। वास्तव में उपलब्ध सामग्री इतनी अधिक है कि इस बाढ़ को देखकर हैरानी होती है।

अधिकृत राजकीय प्रकाशन : अधिकांश देश अपने प्राकृतिक साधनों तथा आर्थिक कार्यों के आँकड़े प्रकाशित करते हैं, जिनमें से कुछ अन्य से अधिक विस्तृत होते हैं। संयुक्त राष्ट्र सांख्यिकीय कार्यालय से निकलने वाले परिशिष्ट में एक अत्यन्त उपयोगी संदर्भ ग्रंथ सूची होती है जो छ्यासठ देशों के मुख्य सांख्यिकीय प्रकाशनों को बतलाती है। इनमें से अधिकांश देशों का अपना एक वार्षिक प्रकाशन होता है जो किसी प्रकार का सारांश या वर्ष-बोध के रूप में रहता है।[2]

---

1. एच० एम० एस० ओ० प्रतिवर्ष एक अत्यन्त उपयोगी *International Organization Publications* प्रकाशित करता है। *Ten Years of United Nations Publications*, 1945-55, समस्त संयुक्त राष्ट्र प्रकाशनों का एक सूचीपत्र है।

2. तीन उदाहरण ये हैं : यूनाइटेड किंगडम, सेन्ट्रल स्टैटिस्टिकल आफ़िस द्वारा प्रकाशित *Statistical Abstract*; Ministère de l' Economie Nationale के लिए Institut Nationale de la Statistique et des Etudes Economiques द्वारा प्रकाशित *Annuaire Statistique de la France*; तथा दि हेग के Centraal Bureau voor Statistiek द्वारा प्रकाशित *Jarcijfers voor Nederland*.

ये राष्ट्रीय सांख्यिकीय वर्ष-बोध अत्यन्त उपयोगी हैं क्योंकि ये आर्थिक भूगोलवेत्ता के लिए प्रादेशिक प्रशासनिक आधार पर देशों, डिपार्टमेन्टों तथा प्रान्तों के अनुसार पण्यों के उत्पादन तथा वितरण की विस्तृत सूचना देते हैं। अधिकांश देश वर्ष-बोधों के अतिरिक्त और भी बहुल अन्तरालों पर सांख्यिकीय सारांश प्रस्तुत करते हैं।[1] अन्त में, बहुत से देशों के सांख्यिकीय कार्यालय अनेक और भी विशिष्ट प्रकाशन निकालते हैं।[2]

अन्य प्रकाशित सांख्यिकीय सूचना : सांख्यिकीय सामग्री को बहुत बड़ी मात्रा में औद्योगिक संस्थाएँ भी प्रस्तुत करती हैं, जो कि पृथक-पृथक फ़र्में तथा उत्पादक संघ (Cartels), जैसे कि ब्रिटिश आयरन ऐण्ड स्टील फ़ेडरेशन तथा यूनीलीवर, दोनों प्रकार के हो सकते हैं। बैंक तथा वाणिज्य गृह भी प्रचुर स्रोत होते हैं।[3] अन्त में, आर्थिक सर्वेक्षणों में लगी हुई विविध पत्रिकाओं का भी उल्लेख होना चाहिये जो अक्सर अत्यन्त सुविधापूर्ण तथा अधिकृत आँकड़े प्रस्तुत करती हैं।[4]

अभी तक जिन सांख्यिकीय स्रोतों का उल्लेख किया गया है वे अत्यधिक प्रतीत हो सकते हैं, विशेषकर इसलिए कि वे थोड़े से उदाहरणों को दर्शाते हैं। तथापि, आर्थिक भूगोलवेत्ता अपने कार्य विशेष के लिए जिस सामग्री की आवश्यकता समझता है उसी का चुनाव करता है। यदि किसी पण्य के विश्व उत्पादन का सामान्य सर्वेक्षण करना हो, तो उसे केवल संक्षिप्त आँकड़ों की आवश्यकता होती है और उन्हें किसी सामान्य अन्तर्राष्ट्रीय स्रोत से प्राप्त किया जा सकता है। यदि किसी एक देश के आर्थिक जीवन के किसी पहलू का अधिक विस्तृत अध्ययन हो तो वह इसे सम्बन्धित वर्ष-बोध से आरम्भ कर सकता है, और

---

1. उदाहरण के लिए *Economic and Statistical Bulletin of Southern Rhodesia* पाक्षिक (fortnightly) निकलती है; और लगभग हर देश में एक मासिक बुलेटिन (Bulletin) होती है।

2. यूनाइटेड किंगडम में सांख्यिकीय सूचना का उत्पादन इतना विशाल है कि विद्यार्थी को केवल इनका सन्दर्भ दिया जा सकता है : *Catalogue of Governmet Publications* तथा *Sectional Lists*, जैसा कि कृषि मन्त्रालय और ईंधन तथ शक्ति मन्त्रालय प्रकाशित करते हैं; एच० एम० स्टेशनरी आफ़िस इन सूचिय को समय-समय पर निकालता है। इसी प्रकार, Institut National de la Statistique, फ्रांस, ने 160 से कम *Etudes Speciales* नहीं निकाली हैं।

3. उदाहरण के लिए *Rotterdamsche Bankvereenining Quarterly Review* में नेदरलैण्ड्स के आर्थिक जीवन के बहुत से पहलुओं के संबन्ध में अधिकृत आँकड़े मिलते हैं। औद्योगिक निर्देशिकाएँ, जैसे कि *Fédération Nationale de Chambres de Commerce et d' Industrie de Belgique* के द्वारा प्रकाशित *Indicateur des Produits Belges*, किसी देश के उद्योग के अध्ययन में अनिवार्य होती हैं।

4. उदाहरण के लिए ल्यूवेन में प्रकाशित *Bulletin de l' Institut de Recherches Economiques*, तथा *The Times* और *Guardian* के बहुसंख्यक *Industrial Supplements* देखिये।

जैसे-जैसे उसका कार्य प्रगति करता है, उसे और विस्तृत तथा अवश्य ही अधिक विशिष्ट स्रोतों को देखना पड़ेगा ।

अप्रकाशित सांख्यिकीय सूचना : अधिकांश अनुसंधान कार्य के लिए अक्सर अप्रकाशित सांख्यिकीय सामग्री तक पहुँच प्राप्त करना आवश्यक होता है । अतः कम्यून के आधार पर उत्तरी-पूर्वी बेल्जियम के कृषि मानचित्रों (चित्र 113-16) को बनाने के लिए ब्रुसेल्स में Institute National de Statistique के अभिलेखागार में कई सौ पाण्डुलिपि विवरणियों को देखना आवश्यक था, और जूलियाना नहर के मार्ग से माल संचलन का आरेख बनाने के लिए (चित्र 131) दि हेग में स्थित Centraal Bureau voor de Statistick ने अप्रकाशित आँकड़े प्रदान किये थे । केम्पेन कोयला-क्षेत्र के अध्ययन तथा उस क्षेत्र से कोयले के उत्पादन एवं निर्यात को समझाने वाले मानचित्रों की एक श्रेणी बनाने के लिए सातों कोयला खानों से प्रत्येक पर तथा ऐलबर्ट नहर के जेन्क कोयला-बन्दरगाह पर जाना पड़ा था । कार्य की प्रगति के साथ शनैः-शनैः यह सूचना मिलने का मार्ग खुलता जाना, वास्तव में आर्थिक भूगोल के कुछ पहलुओं के अन्वेषण का एक आकर्षण होता है ।

कृषि के आँकड़े

अधिकांश देशों में कृषि के क्षेत्रफलों, उपज तथा मूल्य के आँकड़ों का संग्रह, सारणीयन तथा प्रकाशन मिनिस्ट्री आफ़ ऐग्रीकल्चर[1] या इसके तुल्य राजकीय विभाग के द्वारा किया जाता है ।[2] इन सारांशों का कच्चा माल वे मिलाये गये गणना प्रपत्र होते हैं जिन्हें प्रत्येक पैरिश, कम्यून या ऐसी किसी प्रशासनिक इकाई का प्रत्येक किसान भरता है ।

इंग्लैण्ड तथा वेल्स और स्काटलैण्ड के लिए, काउन्टी के आधार पर, कृषि-भूमि, घास का मैदान तथा प्रत्येक बड़ी फ़सल के अन्तर्गत क्षेत्रफल, और इनमें से प्रत्येक की प्रति एकड़ उपज, पशुओं की संख्या तथा संवर्ग के, और फ़ार्म-श्रमिकों के विस्तृत विवरण के सारांश प्रकाशित किये जाते हैं । प्रत्येक काउन्टी के लिए कुल क्षेत्रफल की सारणी भी बनायी जाती है जिससे कि घनत्व का परिकलन भी हो सके । यदि काउन्टी के आधार से और

---

1. *Sectional List No.* 1 तथा दो वार्षिक प्रकाशन, *Agricultural Statistics : England and Wales*, तथा *United Kingdom Agricultural Censuses and Production* का सन्दर्भ आवश्यक है ।

2. *Acreage Returns for* 1801 (पी० आर० ओ०, एच० ओ० 87) प्राचीनतम शासकीय कृषि विवरणियों में से एक है; इनसे पृथक, कृषि विवरणियों का क्रमबद्ध संग्रह बहुत बाद में 1866 में प्रारंभ हुआ था । देखिये D. Thomas, 'The Statistical and Cartographic Treatment of the Acreage Returns to 1801', *Geographical Studies*, अंक 5, सं० 2, पृ० 15-25 । इसमें सामग्री के प्रकार तथा उसके उपयोग करने की विधियों की व्याख्या है । इन पर किये गये बहुत से कार्य का सारांश एक पूर्ण संदर्भ-ग्रंथीय टिप्पण में मिलता है ।

अधिक विस्तृत आँकड़ों की आवश्यकता हो तो प्रत्येक पैरिश के बारे में इस सूचना को कृषि मन्त्रालय की नस्तियों से निकालना आवश्यक है, परन्तु अलग-अलग फ़ार्म का ब्यौरा गोपनीय होता है।

बेल्जियम को एक दूसरा उदाहरण कहा जा सकता है। वहाँ पर कृषि गणनाएँ सन 1866 से कुछ अन्तरालों पर हुई हैं, इनमें से प्रत्येक गणना के परिणामों को कम्यून के आधार पर अत्यधिक ब्यौरे के साथ कई बड़े ग्रन्थों में प्रकाशित किया गया था, और वे अनमोल स्रोत-पुस्तकें हैं। इन बड़ी-मापनी के प्रकाशनों का स्थान लेने के लिए, जिनका उत्पादन अब पहिले से अधिक खर्चीला हो गया है, 1949 से एक वार्षिक सारांश निकाला गया है। सन् 1945 तक सूचना को Cantons के आधार पर दिया जाता था, किन्तु तब से मितव्ययता की बढ़ती हुई आवश्यकता के कारण यह प्रकाशन केवल arrondissements के आधार पर सीमित रह गया है। पृथक कम्यूनों के प्रत्येक वर्ष के अप्रकाशित ब्यौरे ब्रुसेल्स में Institut National de Statistique की नस्तियों में उपलब्ध हैं।

कृषि के आँकड़े दुर्जेय पैमाने पर मिलते हैं और उनके मिलाने में परिकलन यंत्रों (Calculating machines तथा Computors) का उपयोग बढ़ता जा रहा है।[1] जे० टी० कोपॉक ने, उदाहरण के लिए, एक कृषि मानचित्रावली के लिए सामग्री तैयार करने हेतु 350 नेशनल ऐग्रीकल्चरल ऐडवाइज़री क्षेत्रों का उपयोग किया है, जिनके बारे में सन् 1958 की कृषि गणना के आँकड़े उपलब्ध थे। कृषि भूमि का क्षेत्रफल से अनुपात, पशुधन का घनत्व, पशुधन की इकाइयाँ, फ़सलों तथा पशुधन का परस्पर अनुपात, इत्यादि 120 मदों को तैयार करने के लिए, प्रत्येक जिले के लिए 450 से लेकर 1,100 परिकलनों की आवश्यकता पड़ी थी। यदि इस परिकलन को लगातार 8 घन्टे रोज़ हाथ से किया जाता तो यह एक वर्ष लेता; डेस्क परिकलन यंत्र से यह कम हो जाता किन्तु पूर्वयोजन की कठिनाइयों तथा विविध अड़चनों के बावजूद संगणक से यह कार्य 8 सप्ताह में पूरा हो गया। इसके अतिरिक्त, आँकड़ों का यह विशाल भंडार आगे काम के लिए फ़ीते पर उपलब्ध है।

औद्योगिक आँकड़े

औद्योगिक आँकड़ों के प्रकार में ईंधन तथा शक्ति का उत्पादन और उपभोग, तथा अर्ध-तैयार एवं तैयार निर्मित वस्तुओं का उत्पादन सम्मिलित है। विवरणियों में बहुत अधिक भिन्नताएँ होती हैं और यदि भिन्न देशों के बीच तुलना की जा रही हो तो उपयोग किये गये आँकड़ों के आधारों की जाँच में सावधानी रखनी चाहिये। प्रत्येक देश के लिए एक व्यापक सूचकांक का परिकलन किया जाता है जिसे औद्योगिक उत्पादन के भौतिक आयतन में परिवर्तनों को नापने के लिए काम में लाया जा सकता है, और इसे सन् 1937 के वर्ष के आधार 100 से सम्बन्धित करने के लिए प्रविर्तित कर दिया जाता है। सूचक अंकों का

1. देखिये J. T. Coppock, 'Electronic Data Processing in Geographical Research', *Professional Geographer*, अंक 14, सं० 4, पृ० 1-4 (न्यू यार्क, 1962)।

भारित संचय विधि के अनुसार परिकलन किया जाता है; जो मूल आँकड़े उपयोग में आये हैं वे कुछ चुने हुए उद्योगों के उत्पादन की वास्तविक मात्राएँ हैं, जब कि उत्पादन के कुल मूल्य या श्रमिकों की संख्या या व्यक्ति-घन्टों से भारित किया जा सकता है।[1]

कुछ देशों में, विशेषकर ग्रेट ब्रिटेन में किसी उद्योग विशेष में लगे हुए व्यक्तियों की संख्याओं से औद्योगिक कार्य का उपयोगी संकेत मिलता है।[2] इस प्रकार से लंकाशायर के विभिन्न कपड़ा मिलों में कार्मिकों (operatives) की संख्या या एक विशेष कोयला क्षेत्र में काम करने वाले आदमियों की संख्या को कपड़ा उद्योग या कोयला क्षेत्रों के वितरण के विस्तृत मानचित्र का आधार बनाया जा सकता है (चित्र 118)। इन व्यावसायिक आँकड़ों पर काम करने की समस्याओं की अ० सं० 46 में व्याख्या की गयी है।

यातायात तथा संचार के आँकड़े

व्यापार के आँकड़े, अर्थात् आयात एवं निर्यात की संख्याएँ, जो कि किसी देश के आर्थिक जीवन को बहुत कुछ प्रतिबिम्बित करती हैं, अधिकांश देशों के बारे में पण्यों के आधार पर भार तथा मूल्य दोनों के रूप में, तथा सम्बन्धित पण्य की उत्पत्ति एवं पहुँच के ठिकानों के विषय में उपलब्ध हैं। भिन्न-भिन्न देश, मदों के वर्गीकरण तथा समूहीकरण में भिन्न होते हैं, और सीमा-शुल्क की आवश्यकताओं के कारण मूल्यों की बड़ी जटिल परिभाषाएँ हो सकती हैं।

किसी बन्दरगाह के कार्य के विश्लेषण में, जो कि आर्थिक भूगोल का एक अत्यन्त रोचक पहलू है, उसके विदेशी व्यापार का सूक्ष्म अध्ययन अवश्य ही सम्मिलित होना चाहिये।[3] इसके अतिरिक्त निवल रजिस्ट्री हुआ टन भार के रूप में राष्ट्रीय तथा विदेशी समुद्री नौ-परिवहन के आगमन तथा प्रस्थान की सूचना, और 'फ़ेरी-पत्तन' (ferry ports') के विषय में यात्री यातायात (passenger traffic) की जानकारी आवश्यक होती है। किसी देश विशेष के बन्दरगाहों के आंकड़े जिन कसौटियों पर आधारित हैं उनकी जाँच आवश्यक होती है; अत: फ्रांस की विवरणियों में गहरे समुद्र के मछुआ-पोत सम्मिलित हैं; कुछ देश बैलास्ट में जलयानों को सम्मिलित करते हैं, जब कि दूसरे उन्हें छोड़ देते हैं; कुछ एक निश्चित न्यूनतम आकार से छोटे जलयानों को छोड़ देते हैं; इत्यादि।

रेल, सड़क तथा जल परिवहन के लिए उपलब्ध आँकड़ों में भारी भिन्नता होती है रेल के आँकड़े, जिनमें पथ तथा मार्ग (track and route) की लम्बाई, इंजनों की संख्या

1. उदाहरण के लिए, देखिये *Monthly Bulletin of Statistics, Supplement : Definitions nd Explanatory Notes* (संयुक्त राष्ट्र सांख्यिकीय कार्यालय, न्यू यार्क, 1948); पृ० 22-48 पर विविध देशों की औद्योगिक विवरणियों की तुलना की गयी है, और भेदों पर बल दिया गया है।

2 उदाहरण के लिए, देखिये, *List of Mines*, 1948 (एच० एम० एस० ओ०, 1949)।

3. उदाहरण के लिए, देखिये, *Annual Sttement of the Trde of the United Kingdom* (लन्दन, वार्षिक)।

तथा चलस्टाक, तथा माल एवं यात्रियों के यातायात की मात्रा सम्मिलित है, आमतौर से परिचालन प्रदेशों या क्षेत्रों के लिए उपलब्ध होते हैं, जैसा कि फ्रांस एवं जर्मनी में है; फ्रांस में Société Nationale des Chemins de Fer Français के चार प्रदेशों के लिए विवरणियाँ प्रकाशित होती हैं; जर्मनी में 1939 से पहिले विवरणियाँ कुछ अधिक विस्तार में इकतालिस यातायात क्षेत्रों के लिए उपलब्ध थी। किन्तु बेल्जियम जैसे देश के लिए केवल सम्पूर्ण देश के योग के आँकड़े प्राप्त हो सकते हैं, जिससे भार संचलन के विश्लेषण का कार्य कठिन या असंभव तक हो जाता है।

सड़क-परिवहन से सम्बन्धित कदाचित ही कोई आँकड़े प्रकाशित होते हैं। यदा-कदा यातायात की गणना की जाती है; अतः बेल्जियम में ऐसी तीन गणनाएँ 1908, 1926 तथा 1933 में हुई हैं, जब एक हज़ार स्थानों पर चौबीस घन्टे तक लगातार प्रेक्षण किया गया था। सूचना के अन्य स्रोत, जैसे कि मोटर बस की समय सारणियों का विश्लेषण कभी-कभी सहायक होता है (देखिये अ० सं० 47)। संयुक्त राज्य में रेल-यातायात के विश्लेषण के लिए 'One per cent sample Carload Waybill Statistics' इन्टरस्टेट कामर्स कमीशन के द्वारा प्रकाशित किये जाते हैं। एडवर्ड एल० उलमैन ने अपने प्रचुरता से चित्रों के द्वारा स्पष्ट प्रकाशनों में इनका आलेखी उपयोग किया है।[1]

पृथक आन्तरस्थलीय जलमार्गों से सम्बन्धित आँकड़े सामान्यतः बड़े विस्तार से प्रकाशित होते हैं, विशेषकर पश्चिम यूरोपीय देशों के लिए, क्योंकि जलयानों की संख्या तथा माल की मात्रा को जलपाशों पर सरलता से अभिलिखित किया जा सकता है; अतः कुल ले जाये गये माल तथा बड़े माल संवर्गों को, चाहे निरपेक्ष टन में या टन-किलोमीटर में ज्ञात करना संभव है। अन्तिम संख्या को ज्ञात करने के लिए टन में भार को उस वास्तविक दूरी से गुणा करते हैं जहाँ तक वह ले जाया जाता है। इस कारण से यह जल मार्ग की पूरी लम्बाई पर प्रयुक्त हो सकता है, जब कि निरपेक्ष टनों की संख्या केवल किसी निश्चित जलपाश पर ही गिनी जाती है और इस प्रकार उसमें कम तथा लम्बी दूरी दोनों के भार सम्मिलित होते हैं। टन-किलोमीटर की संख्या यात्रा की गयी विभिन्न दूरियों के बीच समायोजन करती है और इस प्रकार से 'किये गये कार्य' का एक यथोचित आभास देती है। एक जलमार्ग के कार्य की दूसरे से तुलना करने के लिए प्रति किलोमीटर टन-किलोमीटरों के सूचकांक का परिकलन किया जा सकता है, जो कि मार्ग की वास्तविक लम्बाई के समानुपात में समायोजित एक मान को दर्शाता है। अतः, एक लम्बे जलमार्ग के टन-किलोमीटर की विवरणी उसकी लम्बाई के कारण अधिक बड़ी होगी, किन्तु हो सकता है कि वह किसी छोटे जलमार्ग से अधिक व्यस्त न हो। अतः टन-किलोमीटर प्रति किलोमीटर से प्रत्येक

---

1. इनके *American Commodity Flow* (सियैटिल, 1957) का विशेष संदर्भ दिया जा सकता है, जिसमें अमरीकी विदेशी तथा देशीय व्यापार के यातायात-प्रवाहों का वर्णन तथा व्याख्या दी गयी है। इन्टरस्टेट कामर्स कमीशन, ब्यूरो ऑफ़ ट्रांसपोर्ट इकनामिक्स ऐण्ड स्टैटिस्टिक्स के द्वारा संग्रहित तथा प्रकाशित *Waybill Statistics, Their history and Uses* (वाशिंगटन, डी० सी०, 1954) भी देखिये।

जलमार्ग के आपेक्षिक महत्व का यथावत् तुलना योग्य आभास होता है ।[1] अक्सर प्रत्येक जल-मार्ग के बन्दरगाहों पर वास्तविक लदने और उतरने के आँकड़े निरपेक्ष टन में ज्ञात हो सकते हैं ।

अमात्रात्मक मानचित्र

रंगारेखी प्रविधि (Chorochromatic Technique)

सबसे सुस्पष्ट प्रकार का आर्थिक मानचित्र वह है जो बिना मात्रा का आभास दिये क्षेत्रीय (areal) वितरणों को दर्शाता हो । ये क्षेत्रीय वितरण या तो सरल हो सकते हैं, जो केवल परिभाषा के उद्देश्य से किसी एक तत्व के विस्तार को या मिश्र, जो कि एक ही मान-चित्र पर संबन्धित तत्वों की एक श्रेणी में अवभेदन करते हैं । इस विधि में मूलतः विशेष क्षेत्रों को बतलाने के लिए सीमा रेखाएँ खींची जाती हैं जिनके अन्दर कुछ विशिष्ट छाया-करण या रंग का प्रयोग होता है । एक अकेला फ़ार्म, या एक पैरिश,[2] एक काउन्टी, एक देश या महाद्वीप भी दिखलाते हुए इन क्षेत्रीय वितरण मानचित्रों को किसी भी मापनी पर बनाया जा सकता है; स्पष्ट है कि मापनी जितनी छोटी होगी, मानचित्र उतना ही अधिक सामान्यीकृत तथा कम परिशुद्ध हो जायेगा, जैसा कि प्रायः आर्थिक मानचित्रावलियों के छोटी मापनी वाले मानचित्रों से विदित होता है ।

इस प्रकार के कृषि मानचित्रों में भूमि-उपयोग, तथा भूमि-वर्गीकरण के मानचित्र संभवतः सबसे विख्यात तथा सबसे अधिक उपयोग में आने वाले मानचित्र हैं ।[3] कृष्य भूमि,

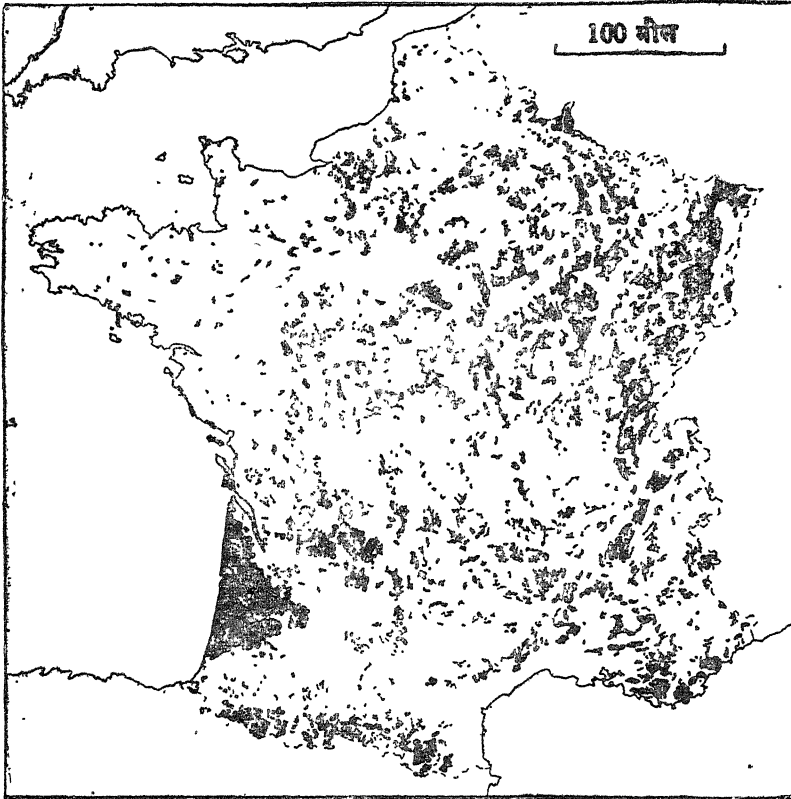
---

1. इस समस्या की पूर्ण व्याख्या के लिए, और साथ में विशेषकर उन मानचित्रों के उदाहरणों के लिए जो उपलब्ध विविध आँकड़ों से बनाये जा सकते हैं, देखिये, F. J. Monkhouse, 'Coal Movement in Belgium with Special reference to the Kempen Field', *Publication No.* 17, पृ० 99-109, *Transactions and Papers*, 1950 : *The Institute of British Geographers* (लन्दन, 1952) ।

2. उदाहरण के लिए देखिये, J. T. Coppock, 'The Changing Arable in the Chilterns', *Geography*, अंक 42, पृ० 217-29 (लन्दन, 1957); ये पूरे चिलटर्न्स में 1875, 1931 तथा 1951 में स्थायी घास, कृष्य तथा जुताई (tillage) को दिखलाने के लिए रंगारेखी मानचित्रों की एक श्रेणी का, और इन्हीं तीन तिथियों के लिए कृष्य के विस्तार को दिखलाने के लिए कुछ अत्यन्त आकर्षक पैरिश मानचित्रों का उपयोग करते हैं ।

3. एल० डी० स्टैम्प द्वारा निर्देशित लैण्ड युटिलाइज़ेशन सर्वे ऑफ़ ग्रेट ब्रिटेन ने 1—इंच, चौथाई–इंच तथा और छोटी मापनियों पर अंशचित्र निकाले थे । ए० कोलमैन द्वारा निर्देशित, एक नया सर्वे, 1 : 25,000 की मापनी पर अंशचित्र प्रकाशित कर रहा है । वर्ल्ड लैण्ड यूज़ सर्वे को अन्तर्राष्ट्रीय भूगोल संघ के द्वारा 1949 में बनाये गये कमीशन आन ए वर्ल्ड यूज़ सर्वे की संस्तुतियों के परिणाम स्वरूप स्थापित किया गया था । इसके प्रकाशनों में एल०डी० स्टैम्प द्वारा सम्पादित *Occasional Papers* तथा *Regional Monographs* भी हैं । मानक भूमि उपयोग वर्गीकरण में नौ मुख्य संवर्ग किये गये है तथा अनेक उप-विभाग हैं जो प्रत्येक एक विशेष संवर्ग से बताया गया है । देखिये, 'A World Land Use Survey', *Geographical Journal*, अंक CXV, पृ० 223–6 (लन्दन, 1950) ।

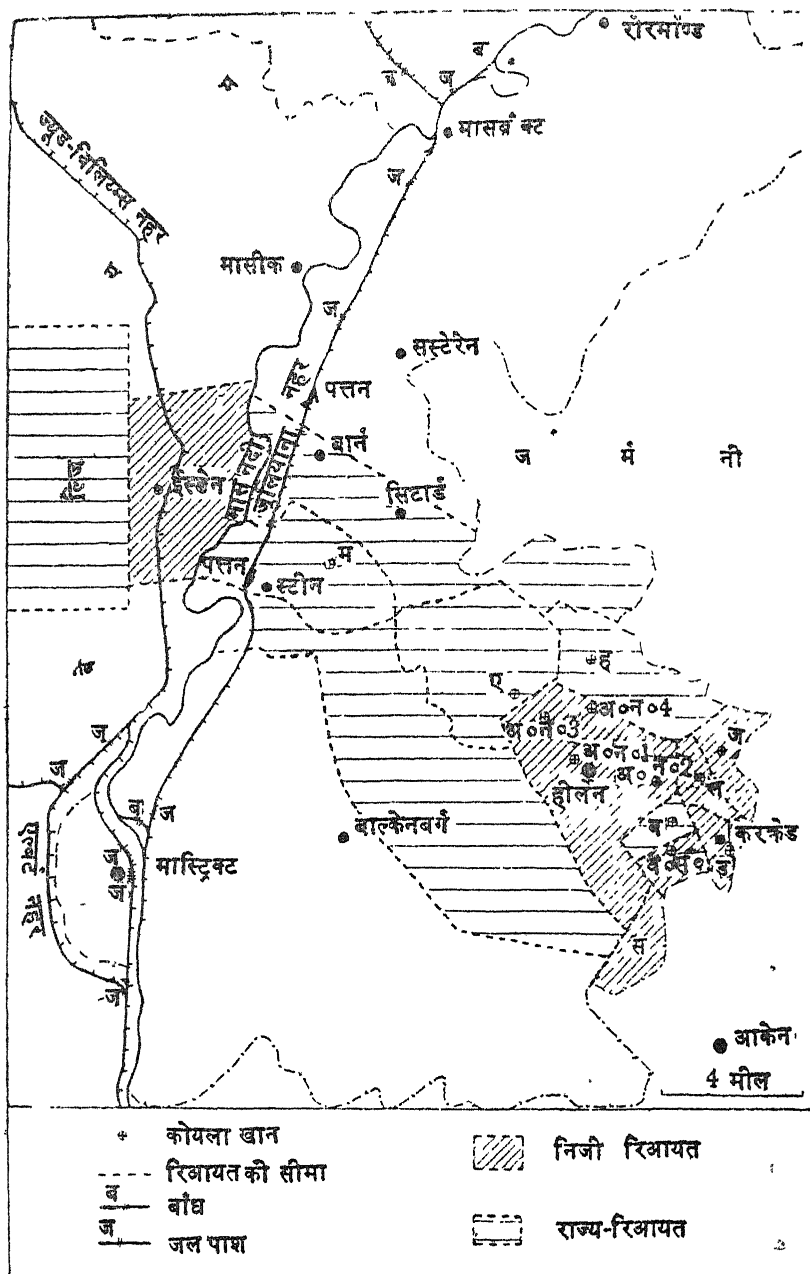
स्थायी या अस्थायी चरागाह, फलोद्यान आदि में प्रभेद करने के लिए ब्यौरे का खेत प्रति खेत भूमि पर सर्वेक्षण करते हैं तथा बड़ी मापनी के मानचित्र की रूपरेखा में आलेखित करते हैं, या विभिन्न फ़सलों के अन्तर्गत कृष्य भूमि को दिखलाने के लिए और भी अधिक बारीकी से काम करते हैं। ऐसे मानचित्र को छः इंच की मापनी पर बनाया जा सकता है और फिर एक-इंच या उससे कम की मापनी पर फ़ोटो विधि से इसका लघुकरण हो सकता है। इसके अतिरिक्त विशेष तत्वों को दिखलाने के लिए, जैसे कि जंगल का विस्तार (चित्र 100) या अजोत-भूमि का या सिंचित भूमि का,[1] सामान्य भूमि-उपयोग सर्वेक्षण से आवश्य



चित्र 100– जंगलों का एक रंगारेखी मानचित्र
Atlas de France, प्लेट 38 (पेरिस, 1938) पर आधारित।
यह मानचित्र 1931 से संबन्धित है। लैण्डीज़ तथा उच्चभूमि के क्षेत्रों की अर्थ-पूर्णता स्पष्टता से प्रकट होती है (पूर्वी पेरिस बेसिन के सीमावर्ती कगारों के संकेत पर विशेष रूप से ध्यान दीजिये)।

---

1. L. D. Stamp, *The Land of Britain, its Use and Misuse*, (लन्दन, 1948) बड़ी मापनी के क्षेत्रीय सर्वेक्षणों से निष्कर्षण (extraction) तथा लघु-करण के अनेक उदाहरण प्रस्तुत करता है।



चित्र 101—दक्षिणी लिम्बर्ग कोयलाक्षेत्र का एक वर्ण प्रतीकी (Choroschematic) मानचित्र P. R. Bos तथा J. P. Miermeyer, *School atlas der Geheel Aarde*, प्लेट 11 B (ग्रॉनिन्जेन, 1936) पर आधारित।

निम्नलिखित अक्षरों को विभिन्न के नाम बतलाने के लिए प्रयोग किया गया है; ए. एम्मा; ह. हेन्ड्रिक; ज. जुलिया; ल. लॉरा; म. मॉरिट्स; अ. न. 1, 2, 3, 4 आरेंज नैसो 1, 2, 3, 4; व. विल्हेलिमना; व. स. विलेम तथा सोफ़िया।

छायाकरण [निजी तथा राज्य रिआयतों (concession)] को दिखलाने के लिए

सामग्री निकाली जा सकती है। सामान्यीकरण की मात्रा के दूसरे सिरे पर एक व्यापक वितरण मानचित्र है, जैसे कि अमरीकी गेहूँ, मक्का तथा कपास की पेटियों को दिखलाने वाला मानचित्र, जो केवल किसी प्रारंभिक पाठ्य पुस्तक के लिए उपयोगी है।

इस प्रसंग में छोटी तथा बड़ी दोनों मापनियों पर वनस्पति का मानचित्रण एक विशेष रुचि का विषय है। 'प्राकृतिक' तथा 'जंगली' ('wild') वनस्पति के मानचित्र, जिनमें बड़ी मापनी के मानचित्रों पर संक्रमण सीमाओं की समस्या विशेष रूप से उलझा लेती है, बनाने में अत्यन्त कठिन हैं। ए० डब्ल्यू० कुचलर ने इनमें से कुछ समस्याओं की विस्तृत व्याख्या की है।[1]

इसमें सन्देह नहीं कि अब तक प्रकाशित हुए सबसे आकर्षक रंगारेखी वनस्पति मानचित्र फ्रेंच हैं जिनमें 1 : 10 लाख की मापनी पर *Tapis Végétal* शीर्षक वाले चार प्रादेशिक पत्र (Sheet), 1 : 40 लाख मापनी पर *Régions Florales* तथा *Etages et Zones de Végétation* के एकल पत्र मानचित्र तथा 1 : 25 लाख वाला *Elements floristiques et limites d' Especes végétales* का मानचित्र विशेष हैं। इन सभी मानचित्रों में नाना प्रकार की रंगीन आभा, छायाकरण तथा अध्यारोपित प्रतीकों की एक प्रतिभाशाली सफल प्रविधि का उपयोग किया गया है। 1 : 2 लाख की मापनी पर विशाल *Carte de la Végétaion de la France* प्रकाशनाधीन है।[2] परपिगनन तथा टूलोस के पहिले पत्र 1946 में निकले थे।

उसी सिद्धान्त पर औद्योगिक मानचित्र भी बनाये जा सकते हैं। कोयला क्षेत्रों तथा तेल क्षेत्रों के मानचित्र, जिनकी सीमाएँ भूवैज्ञानिक मानचित्र से (चित्र 120) या रिआयतों के प्लैन से (चित्र 101) निकाली जा सकती हैं, तथा औद्योगिक काम में लगी हुई भूमि के मानचित्र, जिन्हें क्षेत्र में आलेखित किया जा सकता है, इनमें सम्मिलित हैं। वास्तविक कोयला खानों, तेल-कूपों (oil-wells), इत्यादि की स्थिति बतलाने के लिये रंगारेखी छाया-

1. A. W. Küchler, 'Some Uses of Vegetation Maps', *Ecology*, अंक 34, पृ० 629-36 (ब्रुकलीन, न्यू यार्क, 1953); 'A Comprehensive Method of Vegetation Mapping', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 44, पृ० 404-15 (लंकास्टर, पे०, 1955); तथा 'Classification and Purpose in Vegetation Maps', *Geographical Review*, अंक 46, सं० 2, पृ० 155-67 (न्यू यार्क, 1956); P. L. Wagner, 'A Contribution to Structural Vegetation Mapping', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 47, पृ० 363-9 (लंकास्टर, पे०, 1957) में मानचित्रों के निर्माण, प्रकारों के वर्गीकरण तथा रंगों और प्रतीकों के चुनाव, आदि के विषय में बहुमूल्य आदेश दिये गये हैं।
2. ये मानचित्र स्थलीय-अध्ययन, संग्रह यथा मुद्रण की विजय तथा एच० गॉसेन के कार्य के लिए एक श्रद्धांजलि हैं : इनके मुद्रण में 14 रंग तथा भारी संख्या में प्रतीक और अक्षर लगते हैं। उसी क्षेत्र के छः और छोटे मानचित्रों (1:1, 250, 000) में मिट्टी, वर्षा, *'adversitiés agricoles'*, आदि के सारांश और बहुत सी मुद्रित सीमावर्ती सूचना मिलती है।

करण पर विन्दु प्रतीक (नीचे देखिये) स्थापित किये जा सकते हैं, जैसा कि चित्र 101 में है और इस प्रकार वह मानचित्र बन सकता है जिसे **वर्णप्रतीकी** (*Choroschematic*) कहते हैं।

पहिले वितरण क्षेत्र की रूपरेखा बनाते हैं, और फिर उसमें छायाकरण या रंग-रंजन किया जाता है। एक अकेले तत्व के दूर-दूर स्थित छोटे क्षेत्रों के लिए ठोस काला रंग अधिक पसंद किया जाता है (चित्र 100), विशेषकर यदि कोई लघुकरण करना हो, किन्तु एक ही मानचित्र पर कई प्रकार के भूमि-उपयोग मिलते हैं तो पृथक छायाकरण या रंजन आवश्यक हो जाता है (चित्र 102)।

पश्च भूमियों (Hinterlands) का सीमांकन

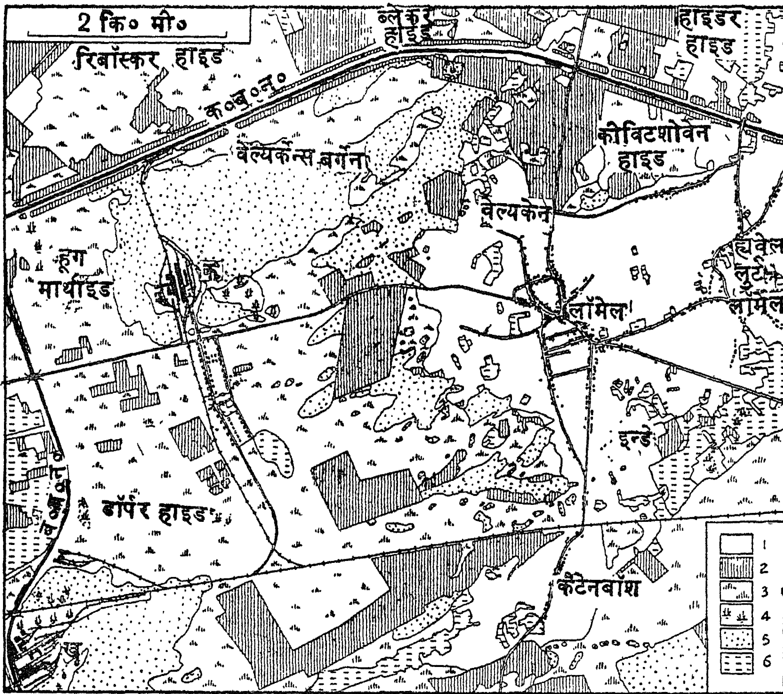
आर्थिक भूगोलवेत्ता की विशेष रुचि के क्षेत्रीय मानचित्रों का एक संवर्ग वह है जिसमें पत्तन की पश्चभूमि जैसे किसी प्रभावक्षेत्र का सीमांकन करना होता है, और इसमें स्पष्ट ही कुछ जटिल समस्या उलझा लेती है। पत्तन पर केन्द्रित होने वाले रेल तथा जलमार्गों को एक प्रतिरूप-मानचित्र से दिखला सकते हैं, पत्तन पर कितने जलयानों तथा माल को उतारा-चढ़ाया गया, इसे एक स्तंभी आरेख से दिखला सकते हैं, जब कि पत्तनों से विशेष दूरियों को दर्शाने के लिए एक मानचित्र पर सकेन्द्रीय वृत्त बनाये जा सकते हैं; यदि दूरी के आधार पर यातायात का व्यय माल के विक्रय खर्च का एक भारी समानुपात होता हो, तो उपर्युक्त अन्तिम विधि उपयोगी होगी।[1]

एफ़० डब्ल्यू० मॉर्गन ने बड़े जर्मन बन्दरगाहों के 1939 से पूर्व के पृष्ठ प्रदेशों को दर्शाने के लिए मानचित्रों की एक श्रेणी बनायी थी।[2] वे जर्मन आँकड़ों की बारीकियों के कारण ये मानचित्र बना सके थे। अतः, जर्मनी के अन्दर इकतालिस तथा बाहर के छब्बीस

1. A. C. O' Dell, 'Port Facilities and the Dispersal of Industry : The Problem in Scotland', *Geographical Journal*, अंक 97 (लन्दन, 1941) में, बड़े पत्तन से 25 मील तथा 10 मील और छोटे पत्तन से केवल 10 मील की दूरी को दर्शाने वाले प्रभेदक वृत्तों को खींचते हुए, स्काटलैण्ड की मिडलैण्ड वैली के औद्योगिक क्षेत्रों से पत्तनों के सम्बन्ध को दिखलाया गया है।

   Preston E. James तथा S. Faissol, 'The Problem of Brazil's Capital City', *Geographical Review*, अंक 46, पृ० 305 (न्यू यार्क, 1956) में ब्राज़ील के पत्तनों की पश्च-भूमि का एक रोचक मानचित्र भी देखिये।
2. F. W. Morgan, 'The Pre-War Hinterlands of the German North Sea Ports', *Transactions and Papers*, 1948 : *The Institute of British Geographers*, सं० 14, पृ० 45-55 (लन्दन, 1949); तथा 'The Pre-War Hinterlands of the German Baltic Ports', *Geography*, अंक 34, पृ० 201-11 (लन्दन, 1149)।

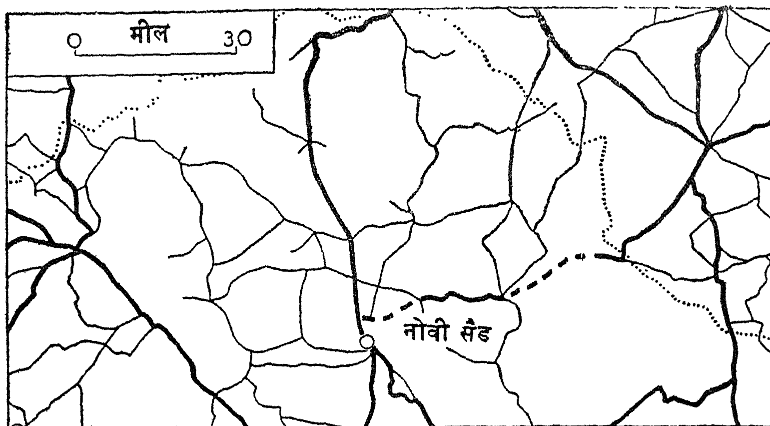
चित्र 102—उत्तर-पूर्वी बेल्जियम के लॉमेल क्षेत्र में भूमि-उपयोग का एक रंगारेखी मानचित्र; पाण्डुलिपि कम्यून मानचित्रों पर आधारित।
की में दी गयी संख्याएँ इस प्रकार है : (1) कृष्य भूमि; (2) शंकुधारी बागान (Coniferous plantations); (3) अजोत भूमि (heathland); (4) कच्छ

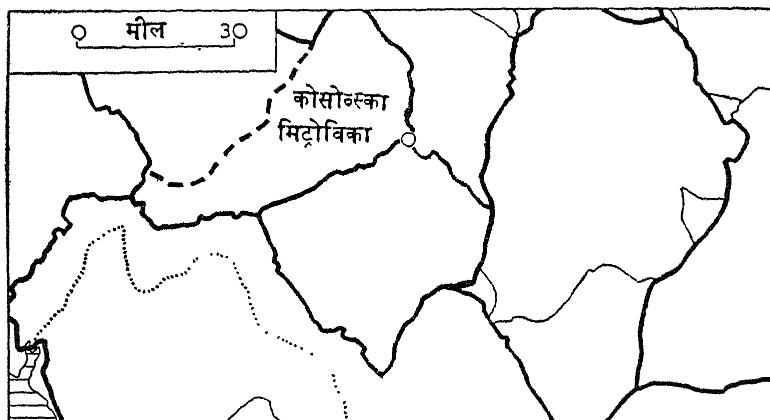


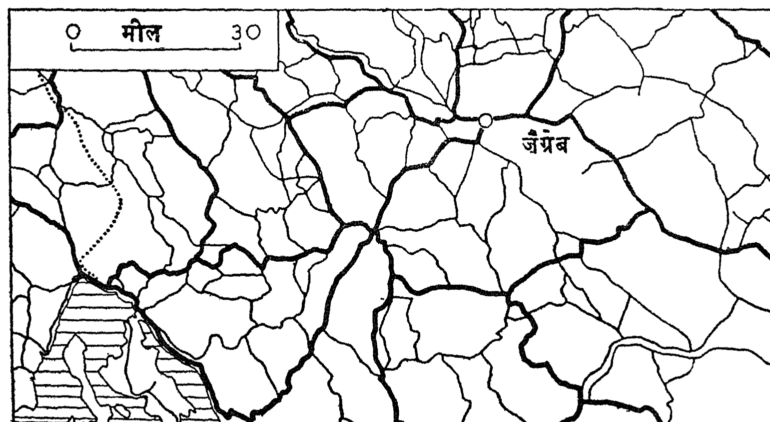
(marsh); (5) नग्न बालू तथा टिब्बे (dunes); (6) स्थायी चरागाह। जल-मार्गों को मोटी काली रेखा से, सड़कों को दोहरी रेखा से, तथा रेलमार्गों को अकेली काँटेदार रेखा से दिखलाया गया है।

संक्षेप इस प्रकार है : क—*Cie des Métaux d' Overpelt-Lommel et Corphalie* की फ़ैक्टरी; ख—*S. A. des Mines et Fonderies de Zinc de la Vieille-Montagne* की फ़ैक्टरी; ब० ब० न०–*Beverloo Branch Canal*; क० ब० न०–*Kwaadmechelen-Bocholt Canal*.

लॉमेल उत्तर-पूर्वी बेल्जियम में नेदरलैण्ड्स की सीमा के निकट स्थित है। गाँव का मुख्य भाग पाँच सड़कों के अभिसरण (Convergence) के स्थान पर और उनके अन्तर्सम्बन्धों के किनारे बसा है, और इन सड़कों के किनारे गाँव के केन्द्र से एक-दो मील दूर स्थित छोटी पल्लियों (hamlets) के एक घेरे की ओर फैला है। घरों के समूह को घेरते हुए विभिन्न भूमि-उपयोगों के लगभग संकेन्द्रीय क्षेत्रों की एक श्रेणी है। पहिले मुख्यत: कृष्य भूमि का एक क्षेत्र है, जो पश्चिम में कुल लगभग एक मील चौड़ा है किन्तु पूर्व में इससे पाँच गुना चौड़ा है। स्थायी चरागाह के छोटे बिखरे हुए टुकड़े हैं, और बहुसंख्यक छोटी सरिताओं की घाटियों में इसके अधिक संतत क्षेत्र हैं। कृष्ट भूमि की सीमा पर जंगल की एक अपूर्ण पेटी है जो कम्यून के केन्द्र से एक-दो मील दूर है। इसके परे अजोत भूमि है जो कहीं-कहीं असामान्य रूप से नग्न तथा उजाड़ है। एक प्रारूपिक केम्पेन कम्यून के इस चित्र को पूरा करने के लिए, पश्चिमी किनारे पर जस्ता तथा रसायन के बड़े कारख़ाने हैं, जिनकी प्रत्येक की एक गृह सम्पत्ति (housing-estate) है।


0 मील 30
नोवी सैड


0 मील 30
कोसोव्स्का
मिट्रोविका


0 मील 30
जैग्रेब

यातायात क्षेत्रों के लिए रेलवे प्रेषणों (despatches) तथा लदानों की विवरणी दी गयी थीं और प्रत्येक जलमार्ग के यातायात की विवरणियाँ उपलब्ध थीं। बड़े पत्तनों पर के रेल तथा जल से माल के आने एवं जाने का अध्ययन करके मॉर्गन के द्वारा 'पण्य पश्चभूमि' का सीमांकन संभव हो सका था। इन्होंने अपने मानचित्रों के प्रत्येक पत्तन की पश्चभूमि को दिखलाने के लिए एक रेखा के द्वारा यातायात क्षेत्रों का सीमांकन किया जो कम से कम 50,000 टन माल सम्बन्धित पत्तन को भेजते तथा वहाँ से मँगाते थे; यह संख्या वास्तव में स्वेच्छ थी, किन्तु इसे सार्थक तथा प्रतिनिधि परिमाण का होने के कारण चुना गया था। सामान्यत:, पश्चभूमि के विस्तृत चित्रण के लिए आँकड़े नहीं मिलते हैं।

रेखीय प्रतिरूप (Linear patterns)

सड़क, रेल तथा जल मार्ग प्रणालियों के जालों को विस्तृत स्थलाकृतिक मानचित्र से अनुरेखण करके निकाला जा सकता है। इसमें विशेष संवर्गों को, जिन्हें भिन्न प्रकार की रेखाओं से (चित्र 3) या भिन्न मोटाइयों की रेखा से दिखलाया जा सकता है, वर्गीकृत करना ही एक समस्या है। अत: एक रेलमार्गों के मानचित्र में इकहरी, दोहरी, बहु तथा बिजलीयुक्त लाइनों में प्रभेद करना, या मुख्य लाइन का हल्की रेलों से भेद बतलाना, या चौड़ी, मानक तथा संकरी माप के मार्गों में अवभेदन करना आवश्यक हो सकता है। जल मार्गों को बहुधा उनमें आ सकने वाले जहाज़ों के आकार के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है, जब कि सड़क के मानचित्रों में विविध चौड़ाइयाँ, धरातल का ढाल, तथा शासकीय वर्गीकरण दिखलाये जाने चाहिये। उदाहरण के लिए, यूगोस्लाविया के तीन भागों में सड़क प्रतिरूपों की तुलना कीजिये (चित्र 103-5)। इन प्रतिरूपों के मुख्य तथा स्थानीय सड़कों के घनत्व का जो चाक्षुण प्रभाव मिलता है, वह देश के इन तीन भागों के विभिन्न भौगोलिक लक्षणों की एक असाधारण प्रतिछाया है। इन 'प्रणाली मानचित्रों' ('System maps') के अतिरिक्त विस्तृत प्लान भी बनाये जा सकते हैं जिनमें साइडिंग ('sidings') तथा विन्यास यार्ड (marshalling yards), नगर के 'विन्यास', समुद्री पत्तन तथा नहरी पत्तनों को दिखलाया जा सकता है।

मार्ग में आने वाले अनुसूचित स्थानों को मिला कर समुद्री मार्गों तथा वायु मार्गों जैसे परिवहन मार्गों के प्रतिरूप बनाये जा सकते हैं। छोटी मापनी के मानचित्रों में प्रक्षेप

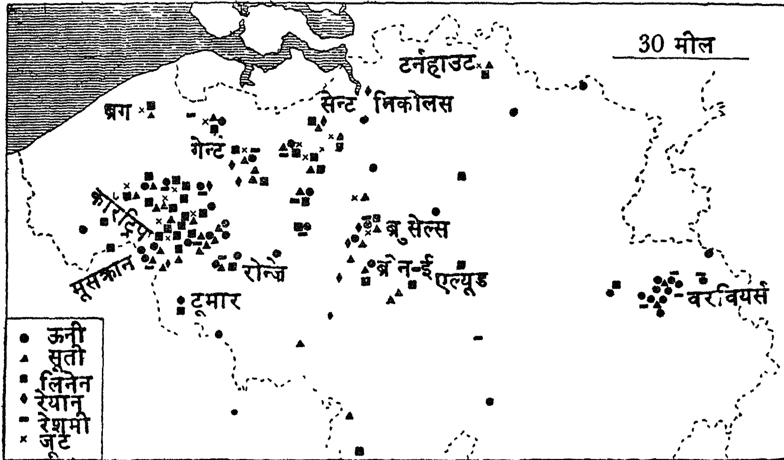
चित्र 103-5 यूगोस्लाविया के सड़क-प्रतिरूप मानचित्र

Jugoslovenska Standard-Vacuum-Oil Company द्वारा प्रकाशित *Automobiliska Karta*, 1 : 1,000,000 (ब्योग्रैड, तिथिरहित) पर आधारित। यह मानचित्र युद्ध-पूर्व की दशाएँ दिखलाता है।

मुख्य सड़कों को भारी रेखाओं से, निर्माणाधीन मुख्य सड़कों को टूटी हुई भारी रेखाओं से, तथा गौण सड़कों को बारीक रेखाओं से दिखलाया गया है। सीमा को विन्दु-रेखा से बतलाया गया है।

ये मानचित्र (ऊपर) वॉयवॉदिना, (मध्य) कॉस्मेत का प्रदेश, तथा (नीचे) क्रोशिया के क्षेत्रों के हैं। मुख्य सड़कें पूरे देश पर समान वितरित हैं, और गौण सड़कें जनसंख्या के घनत्व तथा समृद्धि का परिचय देती हैं।

पर ध्यान देना चाहिये। अनेक प्रक्षेपों में दो स्थानों को मिलाने वाली सबसे छोटी रेखा वास्तविक मार्ग नहीं होता, जैसा कि प्रारम्भिक पाठ्य पुस्तकों में दिये गये अनेक छोटी मापनी के मानचित्रों में प्राय: होता है। तथापि, प्राय: ऐसे मार्ग-मानचित्र एक सामान्यीकृत तथा आरेखी रूप में बनाये जाते हैं।



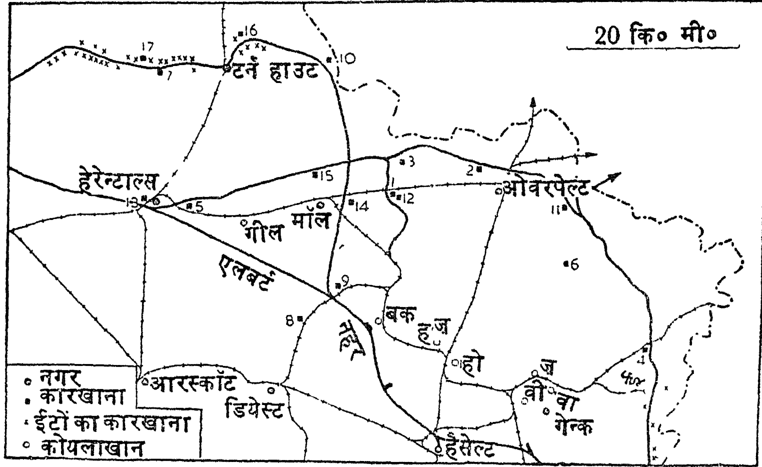
चित्र 106—बेल्जियम के कपड़ा उद्योग का एक अमात्रात्मक प्रतीक मानचित्र। विभिन्न औद्योगिक निर्देशिकाओं (directories) पर आधारित जिनमें निम्नलिखित भी हैं: *Indicateur des Products Belges* (Bruxelles) *Comité central industriel de Belgique : Liste des Etablissements industriels affiliés* (*Bruxelles*) तथा *Official Directory of Belgian Exporting Manufacturers* (ब्रुसेल्स)।

यह मानचित्र उद्योग की विभिन्न शाखाओं के सामान्य वितरण को, विशेषकर फ्लांडर्स में उसके संकेन्द्रण को, तथा वरवियर्स के दूरस्थ ऊनी केन्द्र को दिखलाता है।

प्रतीक

किसी स्थान पर केन्द्रित अमात्रात्मक वितरणों को ज्यामितीय, चित्रात्मक, या अक्षर वाले (अर्थात् प्रारम्भिक अक्षर से दिखलाते हुए), प्रतीकों के द्वारा बिल्कुल स्पष्टता से दिखलाया जा सकता है। अत:-बेल्जियम के कपड़ा उद्योग की विविध शाखाओं के वितरण का कुछ आभास चित्र 106 में मिलता है; प्रत्येक ऊनी वस्तु निर्माण केन्द्र पर एक काली चक्रिका बनायी गयी थी, तथा प्रत्येक सूती केन्द्र पर एक काला त्रिभुज, इत्यादि। इसकी अच्छाई सीमित है क्योंकि इसमें आपेक्षिक महत्व का कोई संकेत नहीं मिलता; अत: गेन्ट पर, जो कि उद्योग का एक केन्द्र है उतना ही बड़ा वर्ग है जैसा कि टील्ट या रोन्ज़ पर है। किन्तु, यह लिस तथा शेल्ड घाटियों में संकेन्द्रण को अवश्य ही दिखलाता है, जिसमें वरवियर्स के निकट ऊनी नगरों का समूह एक असामान्य अपवाद प्रस्तुत करता है। चित्र 107 में रेल तथा जल मार्गों के विशेष सन्दर्भ में, उत्तर-पूर्वी बेल्जियम की सत्रह

बड़ी फैक्टरियों तथा सातों कोयला खानों की परिशुद्ध स्थिति को एक अधिक बड़ी मापनी पर दिखलाया गया है ; केम्पेनलैण्ड के, बीसवीं शताब्दी में एक नये बृहत् औद्योगिक प्रदेश के रूप में, विकास के विश्लेषण के लिए ऐसा स्थिति-मानचित्र अनिवार्य है। यदि प्रतीकों को मापनी के समानुपातिक बनाया जाय तो एक मात्रात्मक तत्व उत्पन्न हो जाता है;[1] इन माध्यमों की व्याख्या पाठ्य में की गयी है।



चित्र 107—औद्योगिक अव स्थिति में प्रतीकों का उपयोग

F. J. Monkhouse, *The Belgian Kempenland*, पृ० 147 (लिवरपूल, 1949) पर आधारित।

संदर्भ की सुविधा के लिए फैक्टरियों को संख्यांकित कर दिया गया है, और सातों कोयला खानों को उनके प्रारम्भिक अक्षर से दिखलाया गया है। मुख्य रेलवे लाइनों को काँटेदार रेखाओं से तथा नाव्य जलमार्गों को ठोस रेखाओं से दिखलाया गया है।

बड़ी मापनी के मानचित्रों पर कृषि सम्बन्धी वितरणों के लिए प्रतीकों के उपयोग की कुछ समय पहिले प्रकाशित हुए एक लेख[2] में व्याख्या की गयी है। क्यू० डी० आइनिस ने दो भूमि-उपयोग मानचित्र बनाये थे, जिनमें एक 1:288 (1 इंच = 8 गज) की मापनी

---

1. G. W. S. Robinson, 'The Resorts of the Italian Riviera', *Geographical Studies*, अंक 5, सं० 1, सम्मुख पृ० 32 (लन्दन, 1958) में प्रचुर प्रतीकों का उपयोग किया गया है, किन्तु वे मानचित्र के बजाय एक आरेखी सारणी में रखे गये हैं। ये 30 सैरगाहों (resorts) के विषय में उनके आकार, पर्यटकों की संख्या, ऋतुएँ, आवास (accomodation) की श्रेणियाँ, विशेषता तथा इन्हें प्रभावित करने वाली प्राकृतिक दशाओं (पुलिन का प्रकार, समुद्री पवनों की दिशा) की सूचना प्रतीकी रूप में देते हैं।
2. Q. D. Innis, 'The Efficiency of Jamaican Peasant Land Use', *Canadian Gecgrapher*, अंक 5, सं० 2, पृ० 19-23 (टोरंटो, 1961)।

पर तथा दूसरा आधे एकड़ के खेत का 1:144 (1 इंच = 4 गज) की मापनी पर था। इन मानचित्रों में एक अत्यन्त जटिल तथा गहन भूमि-उपयोग को दिखलाते हुए प्रत्येक पेड़ (केला, सिट्रस, कहवा), झाड़ी तथा (रतालू, अद्रक तथा गन्ना) पौधों के क्षेत्रीय टुकड़े को प्रतीकों के एक बड़े प्रकार में से एक के द्वारा दिखलाया गया था।

सममान रेखा मानचित्र

कृषि सम्बन्धी सममान रेखाएँ

यदि पर्याप्त ब्यौरेवार आँकड़े उपलब्ध हों तो सम्बन्धित कृषि घटनाओं के परस्पर अनुपात को प्रभावपूर्ण तरीके से व्यक्त करने के लिए सममान रेखाओं का उपयोग किया जा सकता है। वास्तव में, पृथक दिखलाये गये सम्बन्धित तत्वों के परम मानों की तुलना में ये मात्रात्मक अनुपात प्रायः बहुत अधिक प्रकट करने वाले होते हैं। सरलतम प्रयोग तब होता है जब इकाई के कुल क्षेत्रफल के साथ किसी विशिष्ट भूमि-उपयोग के क्षेत्रफल का अनुपात देखा जा रहा हो, जैसे कि फ़सल-क्षेत्रफलों के अनुपात, या स्थायी चरागाह के अन्तर्गत, समानुपात होते हैं। उत्तर-पूर्वी बेल्जियम में 1866 में अजोत भूमि के वितरण का सममान रेखा मानचित्र चित्र 108 में दिखलाया गया है; इसकी चित्र 109 के साथ, जो कि उन्हीं आँकड़ों से बना एक वर्णमात्री मानचित्र है, तुलना करना उपयोगी होगा। अन्य अनुपातों में प्रतिवर्ग मील पशुओं की संख्या, या प्रति वर्ग मील पशुधन इकाइयाँ, या ऐसे रोचक सह-सम्बन्ध जैसे कि प्रति इकाई उपज तथा वर्धन काल में वर्षा की मात्रा, फ़सलों के अन्तर्गत कुल क्षेत्रफल के साथ उत्पादित दूध की मात्रा की गैलन प्रति वर्ष प्रति एकड़ में तुलना,[1] तथा इसी प्रकार बहुत से अन्य अनुपात सम्मिलित हैं। इनके अतिरिक्त, जलवायु की सममान रेखाओं को जैसे कि समताप रेखाएँ, सम वर्षा रेखाएँ, वर्धन काल की लम्बाई दिखलाने वाली रेखाएँ या अन्तिम घातक पाले की तिथि की रेखाएँ हैं (चित्र 67), कृषि वितरणों के वर्णमात्री या विन्दु मानचित्र पर बहुत प्रभाव-पूर्णता के साथ अध्यारोपित किया जा सकता है।

कृषि सम्बन्धी सममान रेखा मानचित्रण : इन सममान रेखाओं को बनाने का तरीका उपलब्ध आँकड़ों के प्रकारों तथा संदर्भित इकाइयों के आधार पर निर्भर करता है। जहाँ सममान रेखाओं का सरल अन्तर्वेशन करना हो वहाँ पर्याप्त छोटी इकाइयों के लिए संख्याएँ उपलब्ध होनी चाहिये जिससे प्रत्येक इकाई के केन्द्र पर आलेखित करने के लिए कई नियन्त्रण स्थान (देखिये पृ० 41) मिल सकें, जैसा कि चित्र 108 में है, जिसके लिए 666 कम्यूनों के

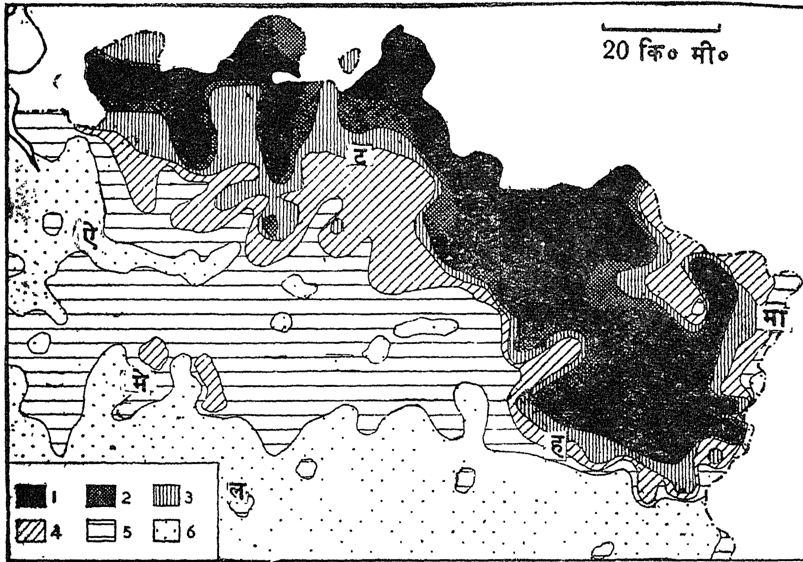
1. W. D. Jones, 'An Isopleth Map of Land under Crops in India', *Geographical Review*, अंक 19 (न्यू यार्क, 1929); तथा 'Ratios and Isopleth Maps in Regional Investigation of Agricultural Land Occupance', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 20 (लंकास्टर, पे०, 1930)। दुग्ध-फसल अनुपात का बहुत रोचक मानचित्र दूसरे सन्दर्भ में पृ० 193 पर मिलता है।

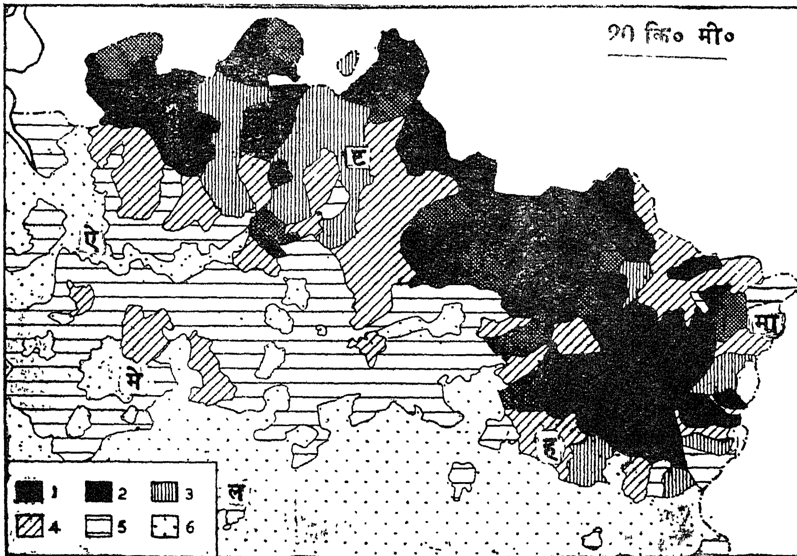
मानों का परिकलन किया गया था। इसी प्रकार, डब्ल्यू० डी० जोन्स[1] ने अपने आलेखित विन्दुओं को प्रत्येक टाउनशिप के ज्यामितीय केन्द्र पर स्थित किया था। इससे भिन्न, आर० आर० रॉसन ने डैकोटाज़ में मुख्यत: वर्गाकार प्रशासनिक इकाइयों पर काम करते हुए, उन वर्गों को छायाकृत किया जो काउन्टी में कुल फ़ार्म-भूमि के 15 प्रतिशत से अधिक गेहूँ को दर्शाते थे, और फिर सममान रेखाएँ बनाने के लिए वर्गों की सीमाओं को कुछ स्वेच्छा से निष्कोषित किया था।[2] एक तीसरी प्रविधि का उपयोग ई० आर० पेन ने किया, जिन्होंने पहिले गोमांस-पशु, दुग्ध पशु तथा कृष्य भूमि के वास्तविक क्षेत्रफल को दिखलाने के लिए विन्दु मानचित्रों की एक श्रेणी बनायी और प्रत्येक मानचित्र पर एक ग्रिड अध्यारोपित किया जिसका प्रत्येक वर्ग भूमि पर 4 वर्ग मील को प्रदर्शित करता था।[3] इन्होंने प्रत्येक वर्ग में पड़ने वाले विन्दुओं को गिना, फिर उन विशेष वर्गों का सीमांकन किया जिनमें कुछ क्रान्तिक मात्राएँ थीं, और अन्त में वर्गों की सीमाओं को निष्कोषित किया तथा उनके स्थान पर सामान्यीकृत सममान रेखाएँ बनायीं।

संयुक्त राज्य के कृषि भूगोल के लक्षणों की रूपरेखा राज्यों के आधार, या अधिक विस्तार के साथ काउन्टियों के आधार पर प्रस्तुत की जा सकती है। देश के बड़े भाग पर, विशेषकर मध्य-पश्चिम में, आयताकार भूमि-सर्वेक्षण प्रणाली के कारण 6 वर्ग मील के वर्ग की टाउनशिपों का प्रतिरूप मिलता है, जिनके विषय में (यद्यपि अप्रकाशित) ब्यौरा ब्यूरो ऑफ़ सेन्सस से पाण्डुलिपि के रूप में उपलब्ध है। बहुत-सा विस्तृत कार्य जे० सी० वीवर ने किया है,[4] जिन्होंने फ़सल कटी हुई भूमि, पृथक फ़सलें, उनकी वृद्धि तथा ह्रास, फ़सलों के संचय (Combination) आदि के वितरण दिखलाने के लिए काले एवं सफ़ेद रंग में बहुत से सममान रेखा मानचित्र बनाये हैं। अन्तिम प्रकार के एक मानचित्र में प्रत्येक टाउनशिप वाले वर्ग को 14 प्रारंभिक अक्षरों के संचय के साथ 44 भिन्न रंगों, छायाकरणों या विन्दु चित्रण के द्वारा भरा गया है। इसका परिणाम बहुत प्रभावपूर्ण, आकर्षक तथा सूचनापूर्ण हुआ है।

---

1. W. D. Jones, उ० ग्र० (1929)।
2. R. R. Rawson, 'The Agricultural Geography of the Dakotas', *Geography*, अंक 25, पृ० 6-17 (लन्दन, 1940)।
3. E. R. Payne, 'The Agricultural Regions of the Market Harborough-Rugby Area', *Geography*, अंक 31 पृ० 98-105 (लन्दन, 1946)।
4. J. C. Weaver, 'Changing Patterns of Cropland Use in the Middle West', *Economic Geography*, अंक 30, पृ० 1-47 (वॉरसेस्टर, मैसा०, 1954); 'Crop-Combination Regions in the Middle West', *Geographical Review*, अंक 44, पृ० 175-200 (न्यू यार्क, 1954); तथा 'The County as a Spatial Average in Agricultural Geography', *Geographical Review*, अंक 46, पृ० 536-65 (न्यू यार्क, 1956)।





चित्र 108, 109—बेल्जियम की अजोत भूमि के सममान रेखा तथा वर्णमात्री मानचित्र, 1866

प्रत्येक कम्यून में अजोत भूमि के आँकड़े *Agriculture : Recensement Général* (Bruxelles, 1866) से लिये गये थे। कम्यूनों की सीमाओं को *Carte de Belgique*—1 : 320,000, *Comportant la Subdivision Administrative du Territoire* (Bruxelles, 1938) से लिया गया था। प्रत्येक कम्यून का क्षेत्रफल

एक अन्य परिवर्त का उपयोग पी० डब्ल्यू० पोर्टर [1] ने, कुल क्षेत्रफल के प्रतिशत के रूप में फ़सल कटी हुई भूमि को दर्शाते हुए मिनेसोटा का एक मानचित्र बनाने में किया था। इन्होंने अपना कार्य आकाशी फ़ोटो के मोज़ेक के निरीक्षण से आरंभ किया जिस पर फ़सली भूमि का झील, वन, दलदल (bog) तथा बंजर से सरलता पूर्वक प्रभेद किया जा सकता है, और उनसे बहुत-घने, घने, सामान्यतः छिटके, अधिक छिटके तथा फ़सलहीन भूमि के इकाई क्षेत्रों को आलेखित किया। इन्होंने सेन्सस ऑफ़ ऐग्रीकल्चर की सांख्यिकीय विवरणियों का उपयोग करते हुए तथा विविध घनत्व के क्षेत्रों से मार्गदर्शन लेते हुए, काउन्टी के मानचित्रों की रूपरेखा में विन्दु भरे (1 विन्दु = 1,000 एकड़ फ़सली भूमि के अनुपात में)। इस विन्दु वितरण पर पोर्टर ने फिर एक षट्कोणीय ग्रिड (देखिये पृ० 42) अध्यारोपित किया, जिसका प्रत्येक कोष्ठ मापनी अनुसार 100,000 एकड़ दर्शाता था, प्रत्येक कोष्ठ में विन्दुओं को गिना गया, जिससे उस कोष्ठ में फ़सली भूमि का प्रतिशत ज्ञात हुआ। सममान रेखाओं को आलेखित करने के लिए उपयोग में आने वाले प्रत्येक विन्दु को अधिकांश विन्दुओं की स्थिति के अनुसार चुना गया—किसी प्रधान गुच्छ के केन्द्र में, या यदि विन्दु समान दूरी पर थे तो षट्कोण के ज्यामितीय केन्द्र पर। फिर मिनेसोटा राज्य के लिए सममान रेखाओं को 10 प्रतिशत अन्तरालों पर खींचा गया।

'अभिगम्यता ('Accessibility') की सममान रेखाएँ

परिवहन-प्रणालियों के रेखीय-प्रतिरूप वाले मानचित्रों को पूरक प्रदान करने के लिए सममान रेखाओं का उपयोग हो सकता है। एक प्रकार का 'दूरी मानचित्र' ('distance map') उस दशा में बनाया जा सकता है जब सड़क की लम्बाई के मील प्रति सौ वर्ग मील क्षेत्रफल परिकलित करके प्राप्त मानों को सममान रेखाओं के द्वारा दर्शाया जाय। एक सड़क-प्रतिरूप मानचित्र के निरीक्षण से भू-भाग को ऐसे क्षेत्रों में बाँटते हैं जिनमें से प्रत्येक में सड़क-जाल का घनत्व मोटे तौर पर समान हो और उस घनत्व को नापने के लिए प्रत्येक क्षेत्र में सड़क की लम्बाई ऑपिसोमीटर से तथा क्षेत्रफल को प्लैनीमीटर से ज्ञात करके घनत्व का मील प्रति सौ वर्ग मील में परिकलन करते हैं। प्रत्येक क्षेत्र के केन्द्र पर मानों को आलेखित करते है और विविध अन्तरालों पर सममान रेखाओं का अन्तर्वेशन करते हैं।

---

1. P. W. Porter, 'Putting the Isopleth in its Place', *Proceedings of Minnesota Academy of Science*, अंक *XXV*, पृ० 372-84 (सेन्ट पॉल, 1958)।

(जिससे घनत्वों का परिकलन हुआ था) *Recensement Général de la Population* (Bruxelles, 1870) से लिया गया था। की में दी गयी संख्याएँ प्रत्येक कम्यून के कुल क्षेत्रफल में अजोत के अन्तर्गत क्षेत्रफल का प्रतिशत निम्न प्रकार से बतलाती हैं: **1**—40 के ऊपर; **2**—30 से 40; **3**—20 से 30; **4**—10 से 20; **5**—1 से 10; **6**—1 से कम।

नगरों को निम्नलिखित संक्षेपों से दिखलाया गया है: (ऐ) ऐन्टवर्प; (ह) हैसेल्ट; (ल) ल्यूवेन; (मा) मासीक; (मे) मेकेलन; (ट) टर्नहाउट।

एक वैकल्पिक विधि के रूप में, मार्ग-मानचित्र को ग्रिड किया जाय, प्रत्येक वर्ग में मार्ग की लम्बाई नापी जाय तथा एक औसत संख्या निकाली जाय जिसे फिर वर्ग के केन्द्र में आलेखित कर देते हैं। इनमें से प्रत्येक विधि उच्च, औसत तथा न्यून घनत्व के क्षेत्रों को प्रकट करती है और इसके बिना जो प्रतिरूप मानचित्र से सम घनत्व का प्रभाव उत्पन्न होता वह संशोधित हो जाता है।

एक अन्य प्रकार का 'दूरी-सममान रेखा' मानचित्र एल० डी० स्टैम्प ने बनाया था, जिन्होंने रेल मार्ग तथा किसी 'A' सड़क से क्रमशः पाँच-पाँच मील की दूरी दिखलाने के लिए रेखाएँ खींची थीं।[1] इस प्रकार से सीमांकित क्षेत्रों को बल देने के लिए काले रंग से भर दिया जाता है।

'अभिगम्यता सममान रेखा' मानचित्रों के एक समूह में समय एवं दूरी दोनों आती हैं, ये प्रायः 'यात्रा-चाल' '(travel-speed)' मानचित्र कहलाते हैं। ई० जी० आर० टेलर ने रेल द्वारा लन्दन, लीड्स, लिवरपूल, न्यू कासिल, मैंचेस्टर तथा बर्मिन्घम जाने आने की अभिगम्यता के अनुसार इंग्लैण्ड तथा वेल्स को चार भागों में बाँटने के लिए सामान्यीकृत सममान रेखाएँ (जिन्हें **समकालिक रेखा** कहते हैं) का उपयोग किया था (अ० सं० 48)।[2] इस विचार का एक भिन्न प्रयोग बोस्टन से सन् 1790-98 में यात्रा समय को दिनों में दिखलाते हुए किया गया,[3] जब कि एक अन्य में, यात्रा की गति उत्तरोत्तर तीव्र होने पर बल देते हुए, सन् 1800, 1830, 1857 तथा 1930 में न्यूयार्क को यात्रा का केन्द्र दिखलाया गया।[4] एस० डब्ल्यू० बॉग ने उन दूरियों को जो 1940 में सब दिशाओं में सरलता से यात्रा की जा सकती थीं, चित्र द्वारा समझाने के लिए '**समकाल दूरी मानचित्र** (*'isotachic maps'*) की एक श्रेणी बना कर इस सिद्धान्त का विस्तरण किया था।[5] इन्होंने उपलब्ध सड़कों के रूप में 50 से 100, 100 से 250, 250 से 500 मील प्रति घन्टा की दूरियों का सीमांकन किया और रेल के द्वारा 1,000 मील से अधिक का एक संवर्ग भी जोड़ दिया था। इन्होंने यह मान लिया कि सबसे तेज़ चलने वाले साधनों से **यात्रा** की गयी चाहे घोड़ा, मोटर या रेल हो, किन्तु हवाई जहाज़ को छोड़ दिया और इन्होंने अपने क्षेत्रों को स्पष्ट करने में सहायता के लिए सड़कों तथा रेल मार्गों की स्थिति को

---

1. L. D. Stamp, *The Land of Britain : Ite Use and Misuse*, पृ० 209 (लन्दन, 1948)।
2. E. G. R. Taylor et al, 'Discussion on the Geographical Distribution of Industry', *Geographical Journal*, अंक 92, पृ० 22-39 (लन्दन, 1938)।
3. E. Staley, *World Economy in Transition* (न्यू यार्क, 1939)।
4. J. K. Wright द्वारा सम्पादित, *Atlas of the Historical Geography of the United States* (न्यूयार्क, 1932)।
5. S. W. Boggs, 'Mapping in the Changing World : Suggested Developments in Maps', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 31, पृ० 119-28 (लंकास्टर, पे०, 1941)।

"संचलन में लगी हुई भूमि के रिबन (ribbons)" की भाँति प्रयोग किया। समकाल दूरी रेखाओं के बीच में छायाकरण की चार कोटियाँ सम्मिलित की गयी थीं।

एडवर्ड एल० उलमैन ने उत्तर-पश्चिमी डगलस फ़र प्रदेश से तथा मिसीसिपी पर हैटिसबर्ग से रेलवे द्वारा भेजी गयी प्रति 1,000 बोर्ड-फ़ुट काष्ठ के समान वितरित खर्च तथा समान भाड़ा-दर (freight-rates) के समरेखा मानचित्र दिखलाते हुए यू० एस० ए० का एक मानचित्र बनाया था।[1] इसी से मिलते-जुलते **सम वहन शुल्क रेखाओं** (*isophers*) के मानचित्र होते हैं जिन पर सममान रेखाओं के द्वारा किसी केन्द्र से समान भाड़ा-दर के स्थानों को मिलाते हैं।[2]

सममान रेखाएँ तथा आर्थिक प्रदेश

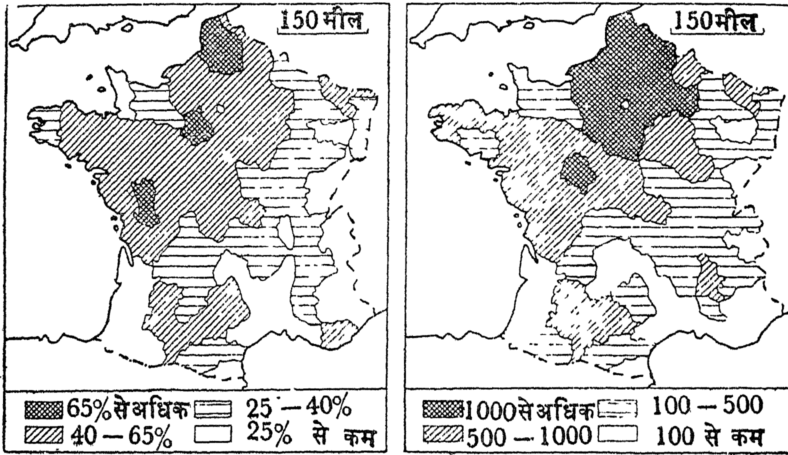
सममान रेखाओं का रेखीय गुण उन्हें किसी प्रदेश के सीमांकन के लिए, चाहे वह जलवायु, कृषि या उद्योग का हो, तत्परता से उपयोगी बनाता है। किसी विशेष प्रदेश की पहिचान से सम्बन्धित सभी कारकों का मात्रात्मक प्रभाव उत्पन्न करने के लिए सममान रेखाओं को अध्यारोपित किया जा सकता है।

कृषि प्रदेश : जैसा कि हार्टशॉर्न तथा डिकेन ने 1935 में लिखा था, "जलवायु प्रदेशों के अध्ययन में सांख्यिकीय विधि के उपयोग से कोपेन ने जो भारी प्रगति की थी, सांख्यिकीय कसौटी पर आधारित कृषि प्रदेशों के वैसे ही अध्ययन में भी उसकी आशा की जा सकती है, जिससे सांस्कृतिक दृष्यभूमि के अध्ययन के एक महत्वपूर्ण पहलू को वैज्ञानिक आधार प्राप्त हो सके।"[3] इन भूगोलवेत्ताओं ने यूरोप तथा संयुक्त राज्य के मानचित्रों की एक श्रेणी बनायी थी, जिस पर फ़सल-क्षेत्रफल अनुपातों पर आधारित विविध सममान रेखाएँ बनी थीं, और फिर इन्होंने कृषि के अपने प्रादेशिक प्रकारों को सीमांकित करने के लिए इनमें से सबसे अधिक सार्थक सममान रेखाओं को चुना था।

इस विधि के दो अन्य उदाहरण उल्लेखनीय हैं। रॉसन[4] ने नार्थ तथा साउथ डैकोटा के दो राज्यों की प्रत्येक काउन्टी के लिए निर्धारित की गयी मात्राओं पर आधारित सममान रेखाएँ बनायी थीं और विभिन्न सममान रेखाओं को अध्यारोपित करके कृषि विभागों को

1. Edward L. Ullman, 'American Comodity Flow', पृ० 58 (सियैटिल, 1957)।
2. J. W. Alexander, S. E. Brown तथा R. E. Dahlberg, 'Freight Rates : Selected Aspects of Uniform and Nodal Regions', *Economic Geography*, अंक 34, पृ० 7-18 (वॉरसेस्टर, मैसा०, 1958) भी देखिये।
3. R. Hartshorne तथा S. N. Dicken, 'A Classification of the Agricultural Regions of Europe and North America on a Uniform Statistical Basis', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 25, पृ० 99-120 (लंकास्टर, पे०, 1935)।
4. R. R. Rawson, उ०प्र०. (1940)।

सीमांकित करना सम्भव था। ई० आर० पेन[1] ने माकट-हार्बरो-रग्बी क्षेत्र के मानचित्रों पर सममान रेखाएँ अध्यारोपित की और इस प्रकार अतिव्यापन (Overlap) का अनुमान करके कृषि प्रदेश सीमांकित किये थे। इस प्रकार इनके एक प्रदेश को '850 से अधिक गोमांस पशु, 400 एकड़ से कम कृष्य भूमि, तथा 350 दुग्ध पशु से कम, प्रति चार वर्ग मील' के आधार पर निश्चित किया गया था।



चित्र 110, 111 – फ्रेंच कृषि वितरणों के वर्णमात्री मानचित्र

आँकड़ों को *Statistique Agricole Annuelle* (पेरिस, 1938) से लिया गया था। चित्र 110 प्रत्येक **डिपार्टमेन्ट** (*départment*) में, 1938 में, कृष्य भूमि का प्रतिशत दिखलाता है। चित्र 111 प्रत्येक **डिपार्टमेन्ट** में, 1938 में, गेहूँ का उत्पादन क्विटल प्रति हेक्टेयर में दर्शाता है।

औद्योगिक प्रदेश : ई० जी० आर० टेलर ने एक मानचित्र बनाया जिसमें ग्रेट ब्रिटेन में औद्योगिक अवस्थापन (location) के अयोग्य सब क्षेत्रों को ठोस काले रंग से दिखलाया गया था।[2] कुछ विशेष कारक, जैसे कि समोच्च रेखाएँ, जनसंख्या घनत्व की सममान रेखाएँ, मार्ग संगम (nodal) नगरों से दूरी की सममान रेखाएँ आदि को दर्शाने वाली सममान रेखाओं के अध्यारोपण से ये क्षेत्र निर्धारित किये गये थे। इस प्रक्रिया को 'चालना' ('sieving-out') कहा गया था तथा परिणामी मानचित्रों को कभी-कभी **'चालनी-मानचित्र'** ('sieve-maps') कहा जाता है।

वर्णमात्री मानचित्र

कृषि का वर्णमात्री चित्रण

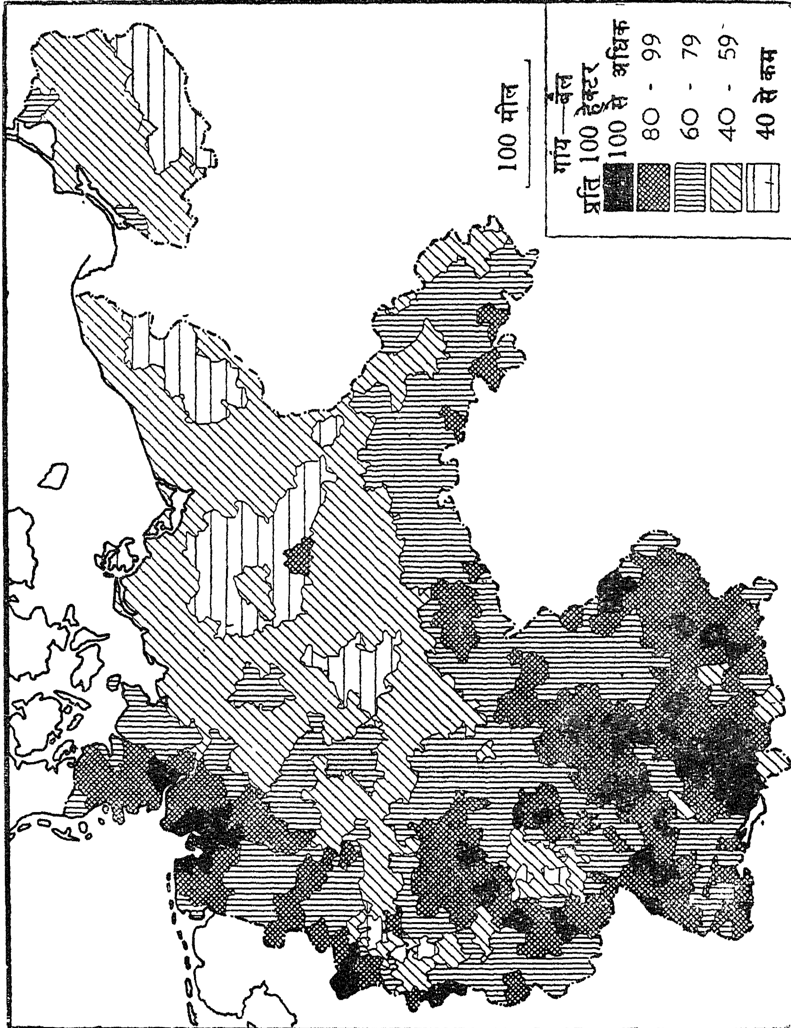
आर्थिक वितरणों के वर्णमात्री मानचित्रों का बहुत विस्तृत उपयोग है। बहुत से

1. E. R. Payne, उ० ग्र० (1946)।
2. E. G. R. Taylor, उ० ग्र० (1938)।

आँकड़े, विशेषकर कृषि की विवरणियों का प्रकाशन प्रशासनिक विभागों के आधार पर होता है। क्षेत्रफल, कुल उपज, औसत उपज प्रति इकाई क्षेत्रफल, कुल मूल्य, इत्यादि के आँकड़े कृषि गणनाओं में सारणी के रूप में प्रस्तुत किये जाते हैं। इनसे प्रत्येक प्रशासनिक विभाग के लिए विविध अनुपातों तथा समानुपातों का परिकलन किया जा सकता है। मानों की एक मापनी चुनी जा सकती है और एक कोटिकृत प्रणाली वाला छायाकरण किया जा सकता है। ऐसे मानचित्रों में प्रत्येक विभाग के कुल क्षेत्रफल में कृष्य भूमि का क्षेत्रफल (चित्र 110), प्रत्येक में जोत का औसत आकार, प्रत्येक विभाग में औसत उपज प्रति इकाई क्षेत्रफल (चित्र 111), प्रत्येक विभाग में पशुओं की औसत संख्या प्रति इकाई क्षेत्रफल (चित्र 112), फ़ार्म-भूमि का मूल्य प्रति इकाई क्षेत्रफल, जो कृषि सम्बन्धी समृद्धि का तुलनात्मक आभास देता है, तथा बहुत से अन्य विषय ऐसे मानचित्रों में सम्मिलित हैं।[1] पशुओं की संख्या प्रति इकाई क्षेत्रफल दिखलाने वाले मानचित्र में एक रोचक विभिन्नता, **पशुधन-सूचक मानचित्र** के रूप में होती है, जिसमें प्रत्येक प्रशासनिक विभाग के लिए 'पशुधन-इकाइयों' की औसत संख्या, प्रति इकाई क्षेत्रफल के, दिखलायी जाती है।[2] इसी प्रकार के अनुपात मानचित्रों का उपयोग समय की किसी अवधि में भूमि-उपयोग क्षेत्रफलों या उपजों के परिवर्तन

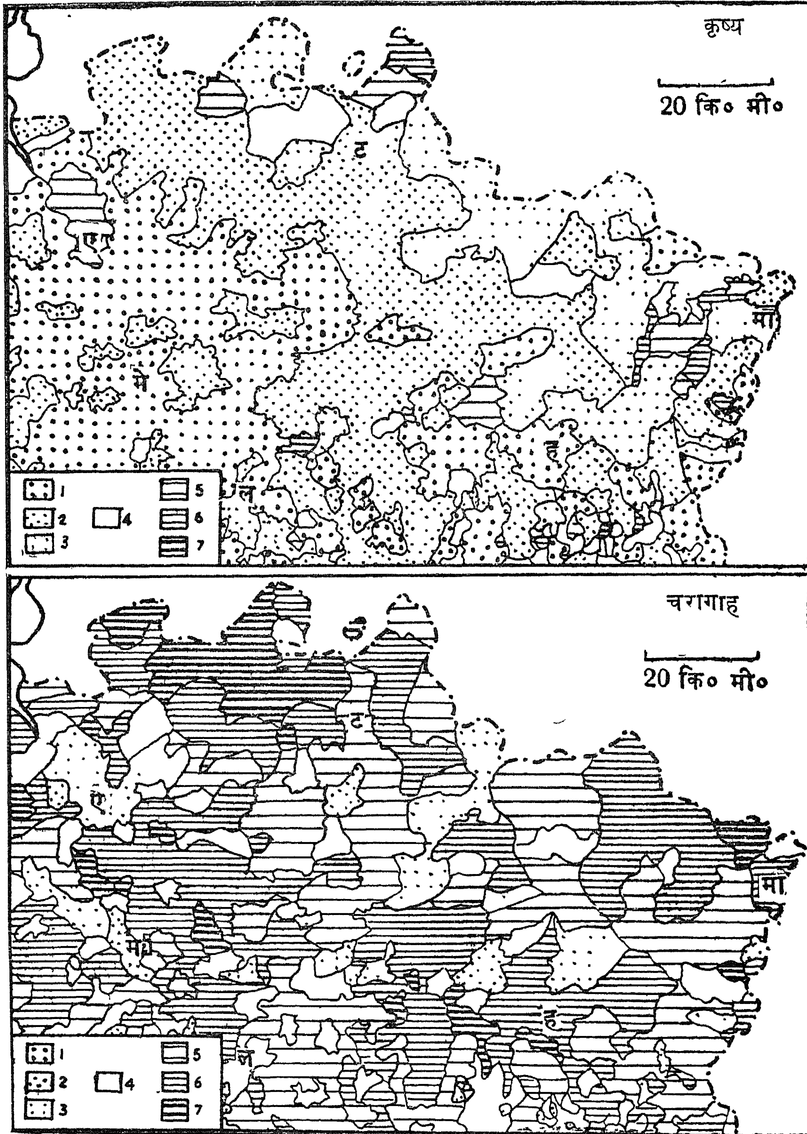
1. G. T. Trewartha, 'Ratio Maps of China's Farms and Crops,' *Geographical Reveiw*, अंक 28, पृ० 102-11 (न्यूयार्क, 1938) में पन्द्रह अनुपात मानचित्रों का उपयोग किया गया है, जिनमें कुल क्षेत्रफल के साथ कृष्ट क्षेत्रफल का सम्बन्ध, फ़सल क्षेत्रफल प्रति फ़ार्म परिवार (household), कृष्ट क्षेत्रफल के साथ कुल फ़सल क्षेत्रफल का सम्बन्ध, कुल क्षेत्रफल के साथ सिंचित क्षेत्रफल का संबन्ध, और विविध फ़सलों के अन्तर्गत कुल क्षेत्रफल का समानुपात सम्मिलित हैं। L. Hewes तथा Arthur C. Schmieding, 'Risk in the Central Great Plains : Geographical Patterns of Wheat failure, 1931-32', *Geographical Review*, अंक 46 पृ० 375-87 (न्यू यार्क, 1956) में नेब्रास्का राज्य के काउन्टी आधार पर बने कृषि सम्बन्धी वर्णमात्री मानचित्रों की एक रोचक श्रेणी भी देखिये, जो गेहूँ की असफलता की क्रान्तिक समस्या के विषय में है।
2. W. Smith, *An Economic Geography of Great Britain*, पृ०249 (लन्दन, 1948) में J. C. Dunn द्वारा संग्रहित ऊत्तरी नार्थम्बरलैण्ड का एक मानचित्र है, जिसमें प्रत्येक पैरिश के कुल क्षेत्रफल में गाय-बैल (Cattle) तथा भेड़ों की पशुधन इकाइयाँ प्रति 100 एकड़ परिकलित हैं तथा एक वर्णमात्री श्रेणीकरण (grading) निकाला गया है। यहाँ पर क्षेत्र की विशेष दशाओं के सम्बन्ध में पशुधन इकाइयों की परिभाषा एक विशेष सूचकांक में इस प्रकार दी गयी है : दूध देने वाली गायें तथा ओसर (heifers), बछड़ियाँ (cows in calf),; 1; ओसर-बछड़े (heifers in calf), 3/4; अन्य गाय-बैल, 2 वर्ष से बड़े, 7/8 अन्य गाय-बैल 1-2 वर्ष के, 2/3; बछड़े (calves), $\frac{1}{8}$; मेमने सहित मैदानी भेड़ें (lowland ewes with lambs), $\frac{1}{4}$; मैदानी एक वर्षीय (lowland year ing) भेड़, $\frac{1}{5}$; मेमने सहित पहाड़ी भेड़ें (hill ewes with lambs), $\frac{1}{7}$; पहाड़ी खस्सी सूअर (hogs), तथा अन्य, $\frac{1}{8}$। संयुक्त राज्य का कृषि विभाग एक भिन्न आधार प्रयोग करता है : एक इकाई 1 घोड़ा, 1 खच्चर, 1 गाय, 7 भेड़, 7 बकरी तथा 5 सूअर के बराबर है।

को दिखलाने के लिए किया जा सकता है, जैसे कि चित्र 113-16 में जो उत्तरी-पूर्वी बेल्जियम में 1866 तथा 1946 के बीच कृष्य-भूमि, स्थायी चरागाह, अजोत भूमि तथा जंगल के समानुपातों में असाधारण परिवर्तनों को तुलनात्मक आधार पर दिखलाते हैं। 666 कम्यूनों में प्रत्येक के कुल क्षेत्रफल के साथ ही विभिन्न भूमि-उपयोग संवर्गों के क्षेत्रफलों को इन दोनों वर्षों के लिए सारणीबद्ध किया गया, तथा इस अवधि में हुए परिवर्तन को प्रत्येक कम्यून के



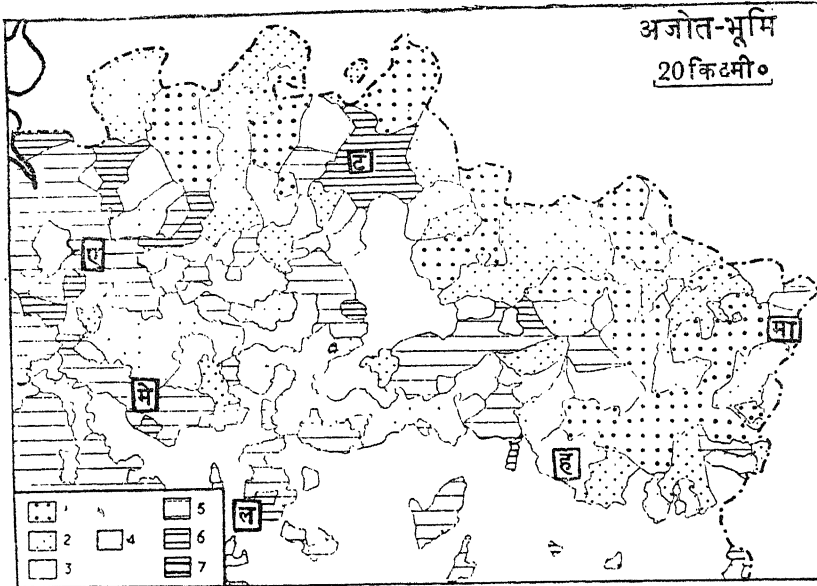
चित्र 112—जर्मनी के पशुधन वितरण का एक वर्णमात्री मानचित्र
Deutscher Landwirtschaftsatlas, मानचित्र 55 (बर्लिन, 1934) पर आधारित।

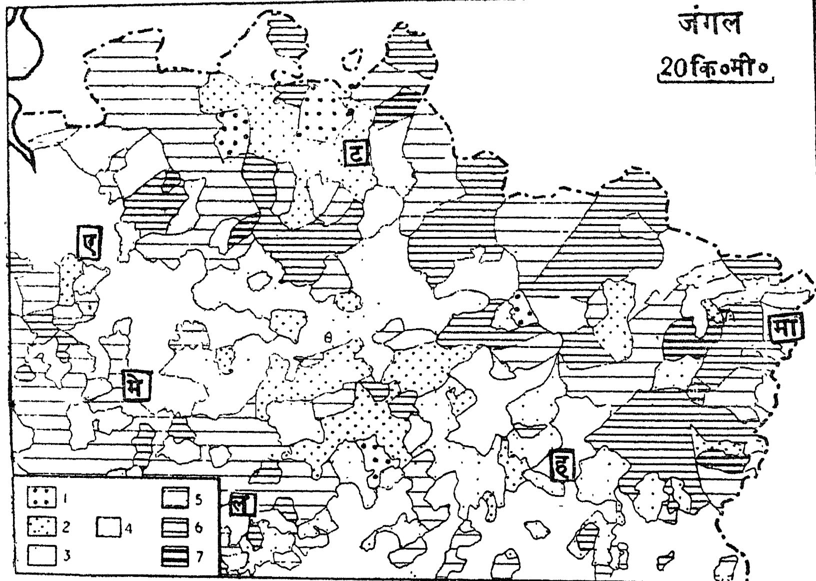
कुल क्षेत्रफल के प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया गया था। जहाँ कहीं कम्यून का क्षेत्रफल बदला गया था या नये कम्यून बनाये गये, अथवा अन्य के साथ मिला दिये गये थे, वहाँ विशेष सावधानी रखनी पड़ी थी; जो भू-भाग उपर्युक्त दोनों वर्षों के समय पूरे कम्यून के रूप में तुलना योग्य नहीं थे उनके सम्बन्ध में पृथक मानों का परिकलन करना पड़ा था।



चित्र 113-16 —बेल्जियम के केम्पेनलैण्ड में, 1866-1942 में, भूमि-उपयोग परिवर्तनों के वर्णमात्री मानचित्र

प्रत्येक कम्यून में, चारों संवर्गों में से प्रत्येक के लिए, परिवर्तन का परिकलन *Agriculture* : R*ecensement* G*énéral* (Bruxelles, 1866) से प्राप्त आँकड़ों से, तथा 1942 के अप्रकाशित भूकर (cadastral) सर्वेक्षण के परिणामों से किया गया था जो ब्रुसेल्स के *Institut National de Statistique* से प्राप्त हुए थे।





कुंजी में दी गयी संख्याएँ, दोनों सर्वेक्षणों के बीच में, चारों संवर्गों के क्षेत्रफलों में हुए परिवर्तनों को, प्रत्येक कम्यून के कुल क्षेत्रफल के प्रतिशत के रूप में निम्न प्रकार से दर्शाती हैं : (1) 25 से अधिक ह्रास; (2) 10 से 25 का ह्रास; (3) 2 से 10 का ह्रास; (4) न्यून या शून्य परिवर्तन, अर्थात् धन या ऋण दो से कम; (5) 2 से 10 की वृद्धि; (6) 10 से 25 की वृद्धि; (7) 25 से अधिक वृद्धि ।

जे० सी० वीवर[1] ने अपने वितरणों में टाउनशिप के मानों को आधार बनाते हुये कृषि के वर्णमात्री मानचित्रों की एक रोचक श्रेणी तैयार की है। इन्होने प्रथम तथा द्वितीय कोटि की (ranking) फ़सलें, उनकी वृद्धि अथवा ह्रास, संचय आदि के वितरणों को दिखलाने के लिए काले एवं सफ़ेद तथा रंगीन मानचित्र एक बड़ी संख्या में बनाये थे। अन्तिम के एक रंगीन मानचित्र (उ० ग्र०, 1956, थैली में मुड़े मानचित्र) में इन्होंने 14 प्रारम्भिक अक्षरों के संचय के साथ 44 पृथक रंगों, छायाकरणों तथा विन्दु-चित्रणों का उपयोग किया था।

औद्योगिक वर्णमात्री मानचित्र

औद्योगिक मानचित्रों के लिए वर्णमात्री मानचित्रों का प्रयोग विरले ही होता है, क्योंकि 'क्षेत्र में मात्रा' का कभी ही काम पड़ता है। तथापि, आर० ई० मरफ़ी तथा एच० ई० स्पिटल[2] ने ऐसे मानचित्र का एक उदाहरण संग्रह किया था तथा उसे बनाया था जिसमें देश के आधार पर कोयला खनन की तीव्रता को टन प्रति वर्ग मील में दिखलाने का उद्देश्य था। इस बात पर ध्यान न देते हुए कि बहुत-सी दशाओं में काउन्टी का कोई भाग अनुत्पादक ज्ञात था, अपलेशियन के बिट्यूमिनस कोयला प्रदेश में प्रत्येक काउन्टी के लिए औसत घनत्व का परिकलन किया गया था। स्पष्ट है कि ऐसे औद्योगिक मानचित्र का एक सीमित उपयोग है।

बी० एल० सी० जांस्टन[3] ने इंग्लैण्ड के वेस्ट मिडलैण्ड्स में औद्योगिक वितरणों को दिखलाने के उद्देश्य से, विचाराधीन क्षेत्र को नेशनल ग्रिड प्रणाली के 429 किलोमीटर वर्गों से आच्छादित किया, कुछ तो इसलिए कि जिन शासकीय विवरणियों पर उन्होंने अपने कार्य को आधारित किया था उनकी गोपनीय प्रकृति के कारण परिशुद्धता से आलेखित करना असम्भव था, और कुछ इसलिए कि "···जिन विविध आकार के प्रशासनिक क्षेत्रों का जन गणना या रोज़गार दफ्तरों द्वारा अपनी प्रकाशित गणनाओं में प्रयोग होता है उनकी अपेक्षा किलोमीटर का वर्ग अधिक सुस्पष्ट तथा अधिक नियंत्रणीय होता है।" अतः, इन्होंने 400 श्रमिक प्रति वर्ग किलोमीटर वाले वर्गों को छायाकृत कर दिया, कारखानों के लिए उनके सभी वर्गों में प्रतीक की तीन कोटियाँ सम्मिलित (Insert) कीं, प्रत्येक वर्ग के कुल श्रमिकों का प्रतिशत ज्ञात किया और इस प्रकार ब्लैक कन्ट्री के सार्थक प्रतिरूप उत्पन्न किये।

---

1. उधृत सन्दर्भों के साथ पृ० 257 देखिये।
2. R. E. Murphy तथा H. E. Spittal, 'A New Production Map of the Appalachian Coal Region', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 34, पृ० 164-72 (लंकास्टर, पे०, 1944)
3. B. L. C. Johnston, 'The Distribution of Factory Population in the West Midlands Conurbation,' *Transactions and Papers*, 1958 : *Institute of British Geographers*, सं० 25, पृ० 209-23 (लन्दन, 1958)।

परिवहन के वर्णमात्री मानचित्र

जहाँ पर प्रत्येक प्रशासनिक इकाई के लिए यातायात मार्ग की लम्बाई की शासकीय विवणिरयाँ उपलब्ध हों, वहाँ पर यदा-कदा परिवहन प्रणालियों के घनत्व को दर्शाने के लिए वर्णमात्री मानचित्रों का उपयोग किया जा सकता है। तथापि, ऊपर वर्णित तरीके से बनाये गये सममान रेखा मानचित्र की अपेक्षा ऐसा मानचित्र कम प्रकट करने वाला होता है।

परिवहन के वर्णमात्री मानचित्रों का एक उल्लेखनीय उदाहरण डी० नेफ़्ट ने प्रस्तुत किया है,[1], जिन्होंने न्यू यार्क, लन्दन तथा पेरिस के विषय में यात्री सेवाओं की वारंवारता का अध्ययन किया तथा (प्रति परिचालन दिन गाड़ियों की संख्या के अनुसार 8 छायाकृत 'वारंवारता क्षेत्रों' वाले) मानचित्र बनाये। एक वारंवारता क्षेत्र की परिभाषा प्रत्येक स्टेशन से $2\frac{1}{2}$ मील की अधिकतम त्रिज्या से की थी।

मात्रात्मक प्रतीक

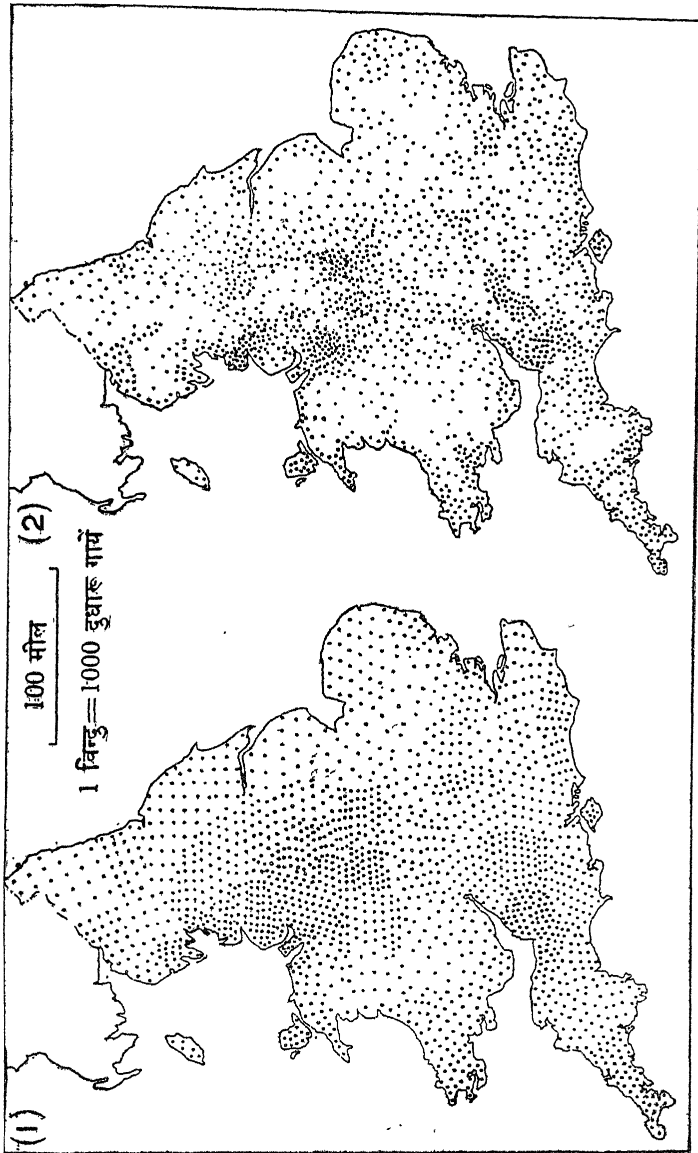
विन्दु

कुछ निरपेक्ष कृषि संख्याओं के वितरणों को चित्र के द्वारा समझाने का कदाचित सबसे सुविधाजनक तरीका विन्दु विधि है, जिसमें प्रत्येक विन्दु का मान बराबर है, तथा उससे सम्बन्धित प्रशासनिक क्षेत्रों की सीमाओं के अन्दर रखा जाता है। प्रमुख आपत्ति यह है कि प्रति इकाई क्षेत्रफल के उपजों तथा संख्याओं को परिशुद्धता से नहीं दर्शाया जाता, यद्यपि पशुधन (Sotck) के विषय में वितरण के घनत्व का उचित चाक्षुण प्रभाव दे दिया जाता है; अतः यदि दो काउन्टियों में पशुओं की संख्या समान हो, किन्तु एक काउन्टी दूसरी से दो गुनी बड़ी हो, तो विन्दुओं का घनत्व अपेक्षाकृत आधा हो जायेगा (चित्र 117)। व्यक्तिनिष्ठ प्रभाव उत्पन्न करने के लिए प्रत्येक विन्दु को रखते समय भौगोलिक कारकों पर ध्यान दिया जा सकता है (देखिये पृ० 24)।[2]

बड़ी मापनी पर मानों को सूक्ष्मता के साथ आलेखित करते समय विन्दुओं का प्रभावपूर्ण उपयोग किया जा सकता है। उदाहरणार्थ, ई० आर० पेन ने मारकेट-हारबरो-रग्बी क्षेत्र का अत्यन्त बारीकीपूर्ण मानचित्र बनाया था, जिसमें प्रत्येक पैरिश की 1935 की गणना के आधार पर प्रत्येक विन्दु 10 पशु दर्शाता था, और एक अन्य मानचित्र में इन्होंने कृष्य-भूमि का क्षेत्रफल दर्शाया, जिसमें प्रत्येक विन्दु 5 एकड़ प्रदर्शित करता था।[3]

---

1. D. Neft, 'Some Aspects of Rail Commuting : New York, London and Paris', *Geographical, Review.* अंक 49, पृ० 151-63 (न्यू यार्क, 1959)
2. लैण्ड युटिलाइजेशन सर्वे के विविध काउन्टी अंकों में, तथा एल०डी० स्टैम्प, उ०ग्र० (1948) में अनेक असाधारण उदाहरण मिलते हैं, जबकि आर्डनेन्स सर्वे द्वारा प्रकाशित *Agricultural Atlas of England and Wales* (साउथैम्पटन, 1932) इस विधि का विस्तृत उपयोग करता है।
3. E. R. Payne, उ० ग्र० (1946)



चित्र 117—वितरण मानचित्र पर विन्दु रखने की दो विधियाँ

आँकड़ों को Ministry of Agriculture and Fisheries, *Agricultural Statistics*, 1930 (लन्दन, 1931) से प्राप्त किया गया था।

बायें हाथ के मानचित्र में, विन्दुओं को वस्तुनिष्ठता से रखा गया है, जिससे कि वे प्रत्येक काउन्टी (या काउन्टी डिवीज़न) के अन्दर परपस्पर समान अन्तर पर हैं। दाहिने-हाथ के मानचित्र में विन्दुओं को व्यक्तिनिष्ठता से रखा गया है। जहाँ तक मापनी परिमित करती है, उच्चावचन तथा भूमि-उपयोग के कारकों पर विचार करते हुए भौगोलिक वितरण को दिखलाने का प्रयास किया गया है।

'मिले मानचित्र' ('Mille Maps') : एल० डी० स्टैम्प ने दो तिथियों के बीच स्थानिक वितरणों के परिवर्तनों पर बल देने के देने के लिये विन्दु सिद्धान्त का एक परिवर्तन प्रयोग किया था।[1] इन्होंने इन को 'मिले' ('Mille') मानचित्र कहा है, क्योंकि प्रत्येक मानचित्र में 1,000 विन्दु हैं जिनमें से प्रत्येक विन्दु, योग का 0·1 प्रतिशत दर्शाता है। अतः मानचित्रों के एक जोड़े में ब्रिटेन में 1874 की कृष्य भूमि की तुलना 1938 के समय के वितरण के साथ की गयी थी; प्रथम मानचित्र में हज़ार विन्दुओं में से प्रत्येक के द्वारा 1,80,89,000 एकड़ का 0·1 प्रतिशत दिखलाया गया था तथा दूसरे में 1,80,89,000 एकड़ का वही समानुपात प्रदर्शित था।

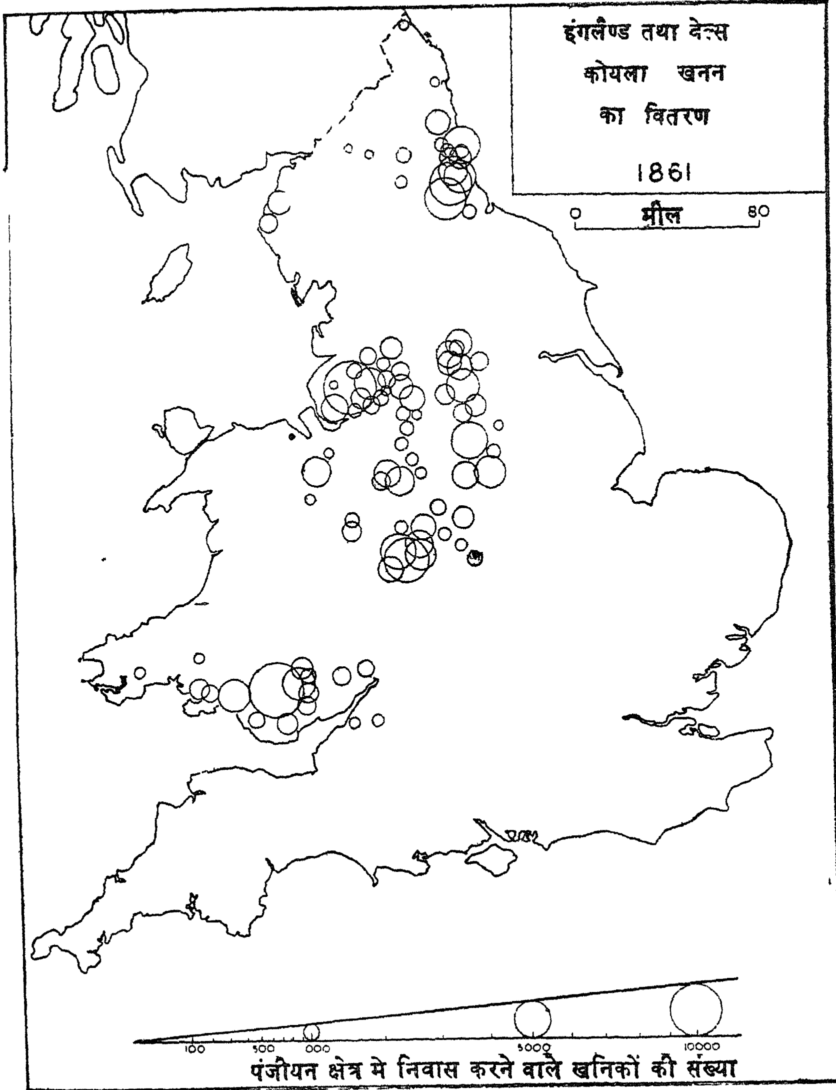
रंगीन-विन्दु : विविध कृषि सम्बन्धी वितरणों को दिखलाने का एक अत्यन्त प्रभावपूर्ण तरीका, विभिन्न रंगों के विन्दुओं का उपयोग है, यद्यपि इसमें बहुत अधिक धैर्य तथा सावधानी आवश्यक है। इस विधि का विकास विशेषकर जी० एफ़० जेंक्स ने किया है,[2] जिन्होंने कृषि की गणना के आँकड़ों के आधार पर प्रत्येक काउन्टी के लिए, एक फ़सल विशेष के अन्तर्गत 10,000 एकड़ को 0.01 इंच की त्रिज्या वाले विन्दु से दर्शाते हुए 1:25,00,000 की मापनी पर मिडवेस्ट का मानचित्र बनाना चाहा था। पीछे की ओर आसंजक विन्दुओं को उनके सही स्थानों पर धैर्यपूर्वक चिपकाया गया था। यह कार्य आगे बढ़ाया गया तथा अन्त में 1:50,68,800 की मापनी पर 'संयुक्त राज्य के फसल प्रतिरूपों' के मानचित्र के प्रकाशन के साथ 1959 में पूर्ण हुआ। यह संयुक्त राज्य की नेशनल ऐटलस का एक पृष्ठ है।[3] इन्होंने अपने ग्यारह रंगों को उनके द्वारा दर्शायी जाने वाली फ़सलों के साथ कुछ मनोवैज्ञानिक सम्बन्ध रखते हुए, सावधानी पूर्वक चयन किया, जैसे कि पीला (छोटे अनाज), नारंगी (मक्का), हल्का हरा शुष्कघास, भूरा (मूँगफली), इत्यादि। ऊँचे मूल्य की कम क्षेत्रफल वाली फ़सलों को महत्व प्रदान करने के लिए गहरे रंगों में दर्शाया गया है, जैसे कि बैंगनी (फल) तथा ट्रक फ़सलें (काला)। इसका परिणाम बहुत असाधारण है; विन्दुओं के संकेन्द्रण विख्यात 'क्षेत्रों' पर बल देते हैं और उनके मिश्रणों से संक्रमण क्षेत्र बनते हैं जो ठोस वाश से उत्पन्न होने वाली सीमाओं की समस्याओं को उपस्थित नहीं होने देते तथा गौण फ़सलों के साथ न्याय होता है।

पण्य उत्पत्ति तथा लक्ष्य मानचित्र (*Commodity Origin & Destination Maps*) : एडवर्ड एल० उलमैन[4] ने अन्तर्राज्य विनिमय के सिद्धान्तों पर आधारित रेल तथा जल

---

1. एल० डी० स्टैम्प, उ० ग्र० (1948)। मानचित्रों के जोड़ों में कृष्य भूमि (पृ० 102), स्थायी घास (पृ० 103), गेहूँ (पृ० 104), ओट्स (पृ० 105), गाय-बैल (पृ० 106) तथा भेड़ (पृ० 107) प्रदर्शित थे।
2. G. F. Jenks, "Pointillism" as a Cartographic Technique,' *Professional Geographer*, अंक 5, सं० पृ० 4-5 (न्यू यार्क, 1953)।
3. सुपरिन्टेन्डेन्ट आफ़ डॉक्यूमेन्ट्स, यू० एस० गवर्नमेन्ट प्रिन्टिंग आफ़िस, वाशिंगटन 25, डी० सी० के द्वारा विक्रय के लिए।
4. Edward L. Ullman, *American Commodity Flow* (सियैटिल, 1957)

यातायात की भौगोलिक व्याख्या करने मे विशेष मानों को इंगित करने वाले अवस्थापित विन्दुओं का उपयोग करते हुए मानचित्रों की एक उल्लेखनीय श्रेणी प्रस्तुत की है। इन्होंने नीचे दिये ग्रन्थ में (अन्य अनेक लेखों के अतिरिक्त) 20 राज्यों के मानचित्र प्रकाशित किये थे। इन्होंने एक विन्दु से माल की विशेष मात्राएँ दर्शाते हुए (जो पण्य की प्रकृति के



चित्र 118—इंगलैण्ड तथा वेलस में कोयला खनन का एक वितरण मानचित्र, 1861
ये आँकड़े *Census of ngland and Wales* 1861 : *Appendix to the General Report* (लन्दन, 1863) से प्राप्त किये गये थे।

अनुसार भिन्नता रखती हैं) समझने की सरलता के लिए दस के समूहों में रखे गये प्रत्येक परीक्षित राज्य के लिए क्रमश: उत्पत्ति तथा लक्ष्य दिखलाने के लिए मानचित्र के जोड़े आलेखित किये थे। उत्पत्ति के मानचित्रों में, विन्दुओं की संख्या राज्य विशेष से चलने वाले टन में भार के समानुपातिक है जो शीर्षक में बतलाये गये राज्य को जाता है। लक्ष्य के मानचित्रों में यह संख्या शीर्षक राज्य से प्राप्त होने वाली मात्रा के समानुपातिक है। ये मानचित्र संचलन तथा वृहत पण्य समूहों (वन उपज, पेट्रोलियम, अन्य खनिज, कृषि उपज, पशु तथा निर्मित वस्तुओं) को दर्शाते हैं।

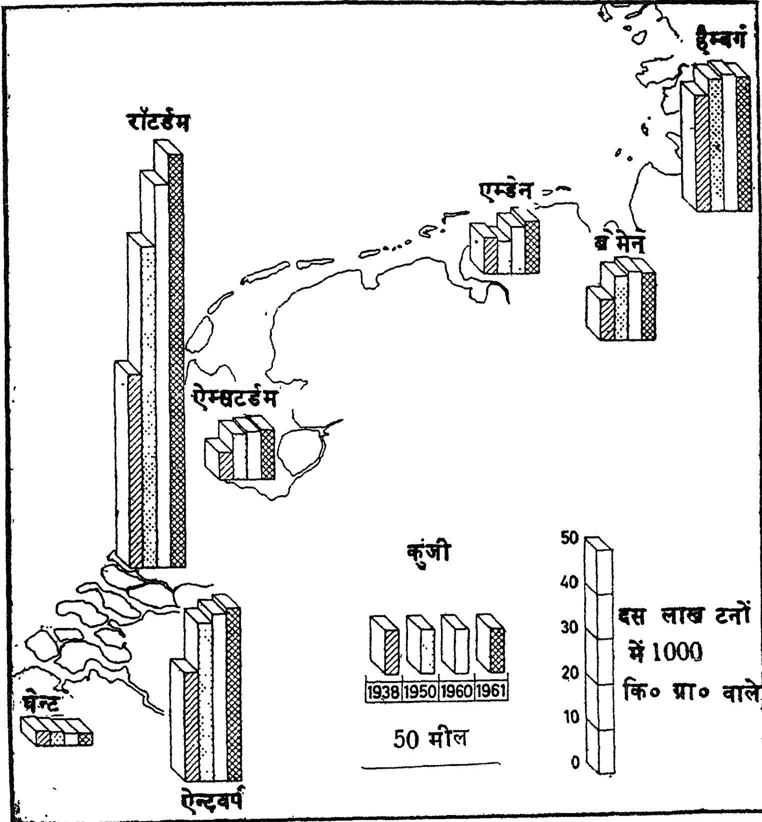
समानुपातिक प्रतीक

समानुपातिक प्रतीकों के द्वारा उन मात्राओं को चित्रों की सहायता से बहुत प्रभाव के साथ समझाया जा सकता है, जिन्हें किसी स्थान विशेष पर अवस्थापित किया जा सके। किसी खान या कारखाने का सही स्थान सामान्यत: बड़ी मापनी के मानचित्र से या एक बार वास्तव में जाकर देखने से ज्ञात किया जा सकता है। फिर प्रतीक को चुनना चाहिये कि वह वर्ग, आयत, वृत्त[1], अन्य ज्यामितीय आकृति, घन राशि,[2] अक्षरीय[3] या चित्रात्मक प्रतीक हो, और प्रतीक के आकार या क्षेत्रफल का परिकलन उसके द्वारा दर्शायी जाने वाली मात्रा के समानुपात में किया जाना चाहिये। प्रतीकों की एक मापनी बनायी जा सकती है, जैसा चित्र 10 में दिखलाया गया है। ऐसा दिखलायी देगा कि खनन क्षेत्रों के आपेक्षिक महत्व को श्रमिकों की संख्या के रूप में बतलाया गया है। चित्र 119 पश्चिमी यूरोप के बड़े पत्तनों के आपेक्षिक महत्व को कुछ वर्षों में उतारे-चढ़ाये गये माल के रूप में दर्शाता है; रॉटर्डम की बढ़ती हुई प्रमुखता स्पष्ट है। वास्तविक विन्दुओं के अवस्थापन से बिल्कुल पृथक, समानुपातिक प्रतीकों को मानचित्र पर उससे सम्बन्धित प्रशासनिक प्रदेशों में रखा जा सकता है। उदाहरण के लिए, चित्र 121 समानुपातिक प्रतीकों के द्वारा **डिपार्टमेन्ट** के अनुसार फ्रांस का कोयला उत्पादन दर्शाता है; इसकी तुलना साथ के चित्र 120 से करनी चाहिये जो कई क्षेत्रों के भूवैज्ञानिक विस्तार को अमात्रात्मक तरीके से दिखलाता है। फिर से,

---

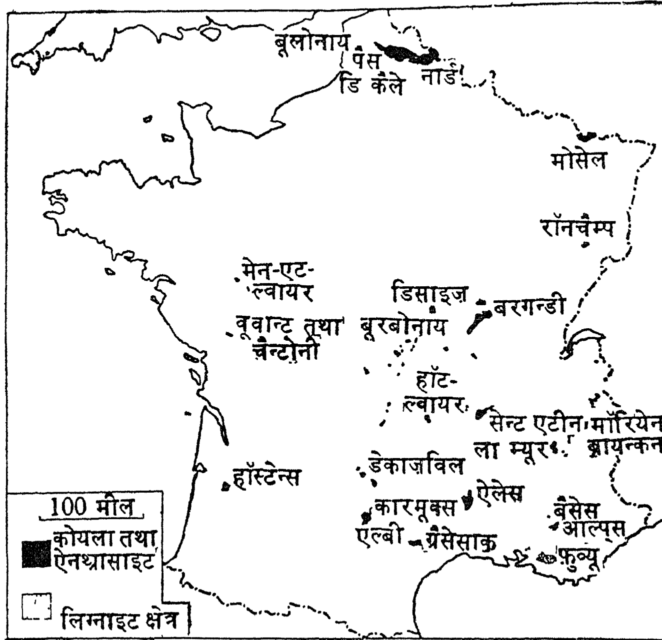
1. J. C. Weaver, 'United States' Malting Barley Production,' *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 34, पृ० 97-131 (लंकास्टर, पे०, 1944) जिसमें विविध आकार के विन्दुओं एवं वृत्तों का उपयोग किया गया है।
2. E. Raisz, 'Geographical Distribution of the Mineral Industry of the United States', *Mining and Metallurgy* (न्यू यार्क, 1949) को देखिये, जिसमें इन्होंने घनराशि द्वारा समझाने मैं छ: प्लेटों का उपयोग किया है।
3. इस विधि के असाधारण उदाहरण के लिए G. B. Cressey, *China's Geographic Foundations*, पृ० 108 (न्यू यार्क, 1934) देखिये, जिसमें खनिजों को प्रारम्भिक अक्षरों से दर्शाया गया है, जो कि अपने द्वारा प्रदर्शित मान के वर्ग-मूल के लगभग समानुपातिक बनाये गये हैं।

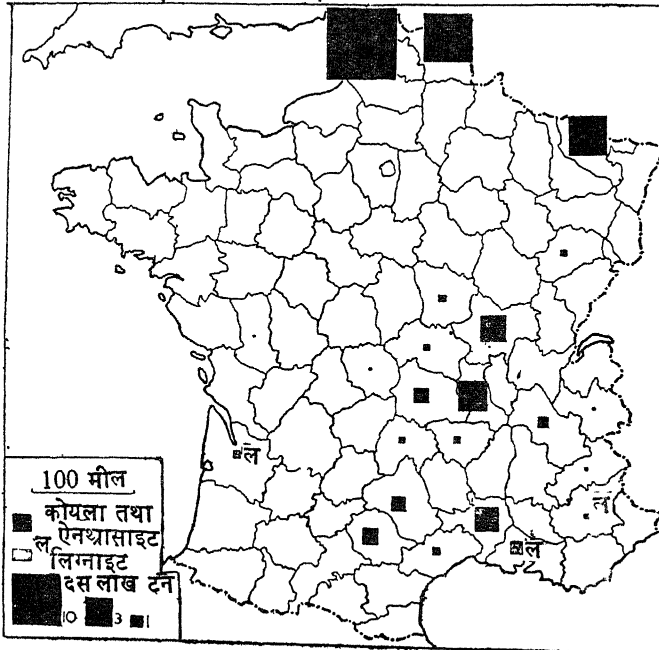
त्रिच 122 तथा 123 में तीरों के साथ समानुपातिक चक्रिकाओं का उपयोग, वास्तविक मार्गों को न दिखलाकर (जो कि वस्तुतः असंभव होगा) उत्पत्ति तथा लक्ष्य के देशों को दिखलाने के लिए किया गया है; ये दोनों मिलकर यूरोप के भारी उद्योग की जटिल अन्तर्निर्भरता को असाधारण रूप से प्रदर्शित करते हैं।



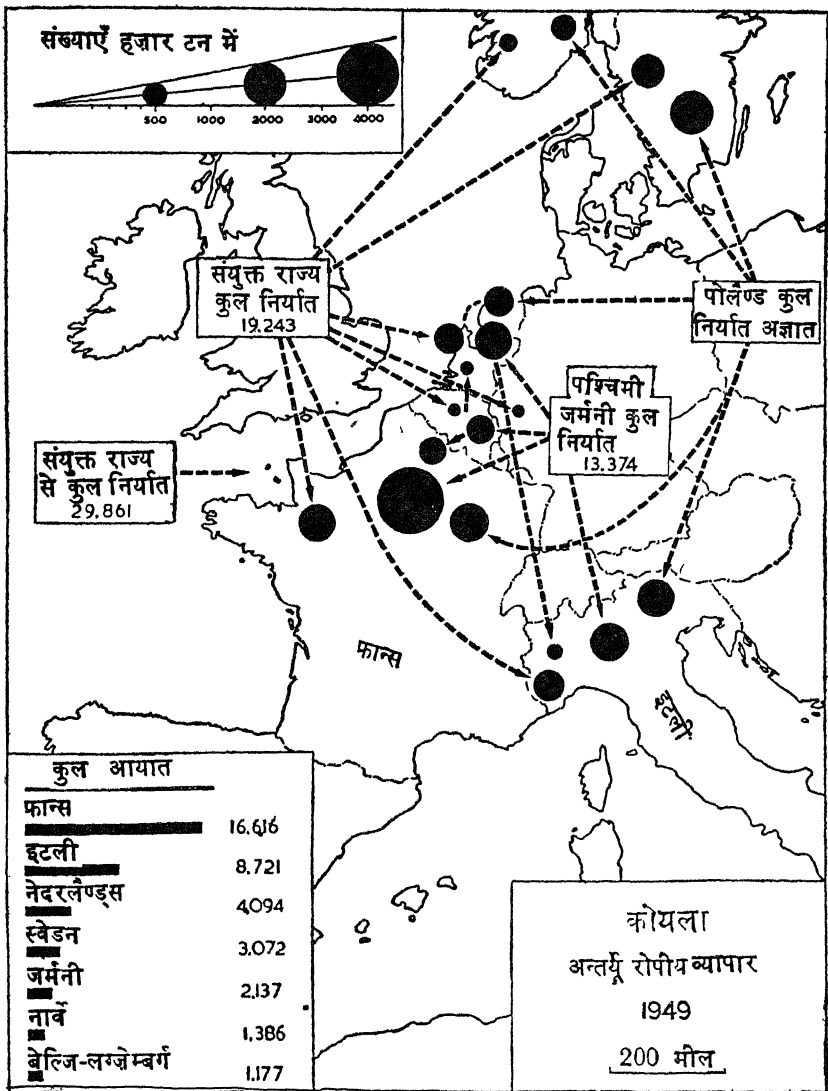
चित्र 119—पश्चिमी यूरोप में पत्तनों पर चार चुने हुए वर्षों में उतारे-चढ़ाये गये माल को दिखलाने वाला अवस्थापित घन-राशि मानचित्र (located blockpile map) रॉटर्डम पत्तन द्वारा प्रकाशित *Rottardam Europoort*, त्रैमासिक, 1962 / सं० 2, पृ० 13 (रॉटर्डम, 1962) पर आधारित।

कृषि सम्बन्धी वितरणों के लिए प्रतीक कम उपयोगी होते हैं क्योंकि विन्दु अवस्थापनों का विरले ही काम पड़ता है, सिवाय सहकारी दुग्ध शालाओं या चुकन्दर की शक्कर की परिष्करण शालाओं जैसे लक्षणों के लिए, जो कि वास्तव में औद्योगिक वितरण हैं। किसी प्रशासनिक इकाई में बनाये गये समानुपातिक प्रतीकों को पशुओं के योगों के लिए काम में लाया जा सकता है, किन्तु इन्हें सामान्यतः फ़सलों की कुल उपजों के लिए काम में नहीं लाना चाहिये क्योंकि प्रति इकाई क्षेत्रफल उपजें जो कि परम योगों से अधिक सार्थक हैं, प्रदर्शित





चित्र 120, 121— फ्रांस के कोयला क्षेत्रों का एक रंगारेखी मानचित्र (ऊपर) तथा समानुपातिक प्रतीकों के द्वारा कोयला खनन का उत्पादन (नीचे)।



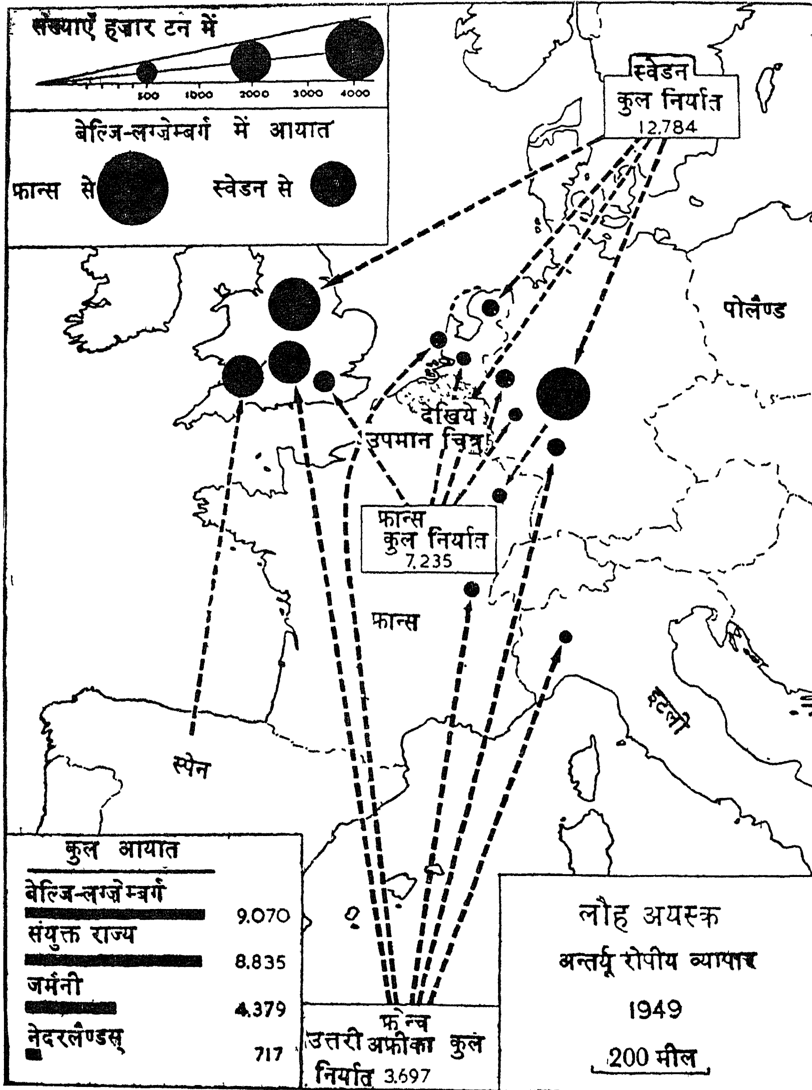
चित्र 122—अन्तर्यूरोपीय व्यापार, 1949, में कोयले के उत्पत्ति स्थानों तथा लक्ष्यों को समझाने के लिए एक प्रतीकात्मक मानचित्र

ब्रिटिश आयरन ऐण्ड स्टील फेडरेशन द्वारा प्रदत्त आँकड़ों पर आधारित।

पृ० 274 के मानचित्र में अनावृत्त कोयला क्षेत्रों की सीमाएँ *Atlas de France*, प्लेट 7 (पेरिस, 1939) से निकाली गयी थी।

प्रत्येक **डिपार्टमेन्ट** से कोयले का उत्पादन *Statistique de l' Industrie Minérale*, 1936 (पेरिस, 1938) से लिया गया था।

नहीं होती। एक्सेल सोम ने दक्षिणी नार्वे में दूध देने वाली गायों के ऋतु-प्रवास में हाल के विकास के वर्तमान महत्व का एक रोचक मानचित्र बनाया था।[1] इसमें दो विपर्यासी प्रतीकों

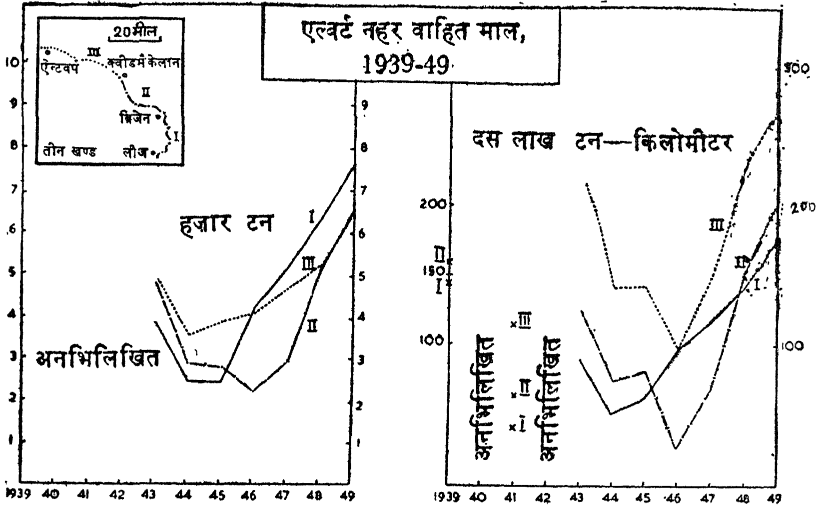


चित्र 123—अन्तर्यूरोपीय व्यापार, 1949, में लोह अयस्क के उत्पत्ति स्थानों तथा लक्ष्यों को समझाने के लिए एक प्रतीकात्मक मानचित्र
ब्रिटिश आयरन ऐण्ड स्टील फ़ेडरेशन द्वारा प्रदत्त आँकड़ों पर आधारित।

---

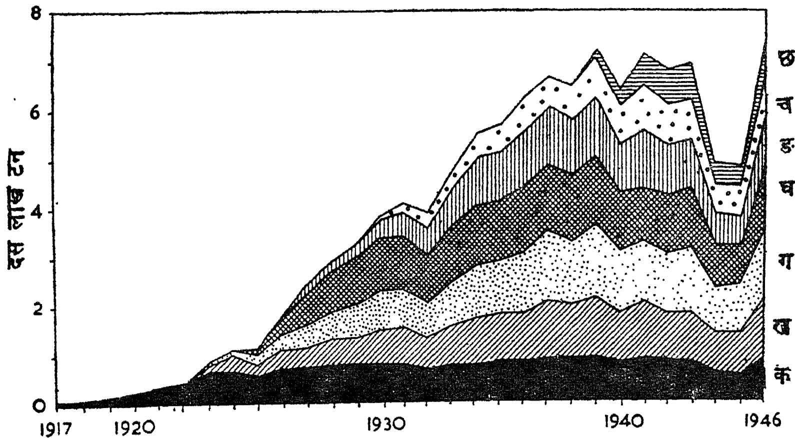
1. A. Sömme, 'Norwegian Agriculture and Food Spply,' *Geography*, अंक 35, पृ० 215-27 (लन्दन, 1950)।

का उपयोग किया गया, एक से 1907 तथा 1938 के बीच प्रत्येक **सेटर** (*Seter*) में सौ पशुओं की वृद्धि दर्शाने के लिए और दूसरे से इसी प्रकार की कमी दर्शाने के लिए।



चित्र 124—नहर यातायात के पौलीग्राफ़

Institute National de Statistique (ब्रुसेल्स) द्वारा प्रदत्त आँकड़ों पर आधारित। संख्याओं का संदर्भ अलबर्ट केनाल के तीन खण्डों से है, जैसा कि उपमानचित्र (inset) में दिखलाया गया है।



चित्र 125—केम्पेनलैण्ड कोयला खानों से कोयला उत्पादन, 1917-46, का एक मिश्र ग्राफ़

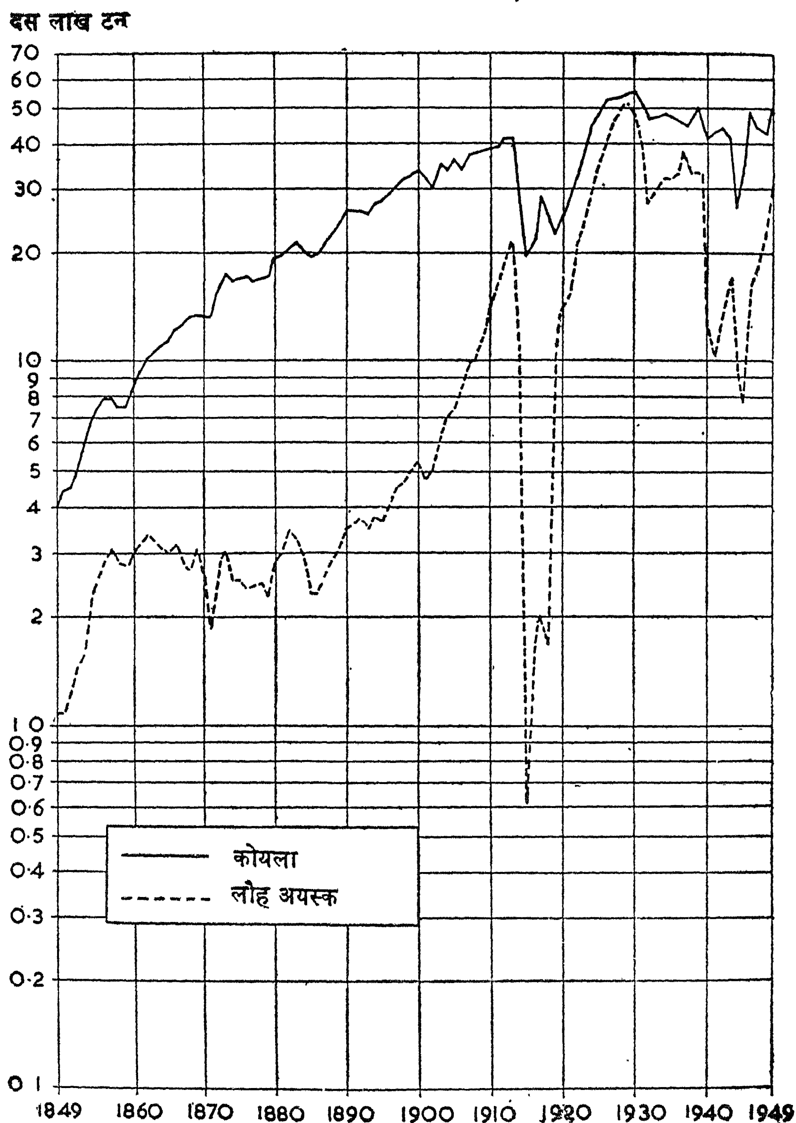
Annales des Mines (Bruxelles) के उत्तरोत्तर अंकों से प्राप्त आँकड़ों पर आधारित।

कोयला खानों को उत्पादन कालानुक्रमानुसार इस प्रकार दिखलाया गया है : (क) विन्टरस्लैग; (ख) बेरिंजेन-कोरसेल; (ग) ईसडेन; (घ) वाटरस्की; (ङ) ज्वार्टबर्ग; (च) हेल्कटेरेन ज़ोल्डर; (छ) हाउथेलेन।

ग्राफ़

रेखा-ग्राफ़

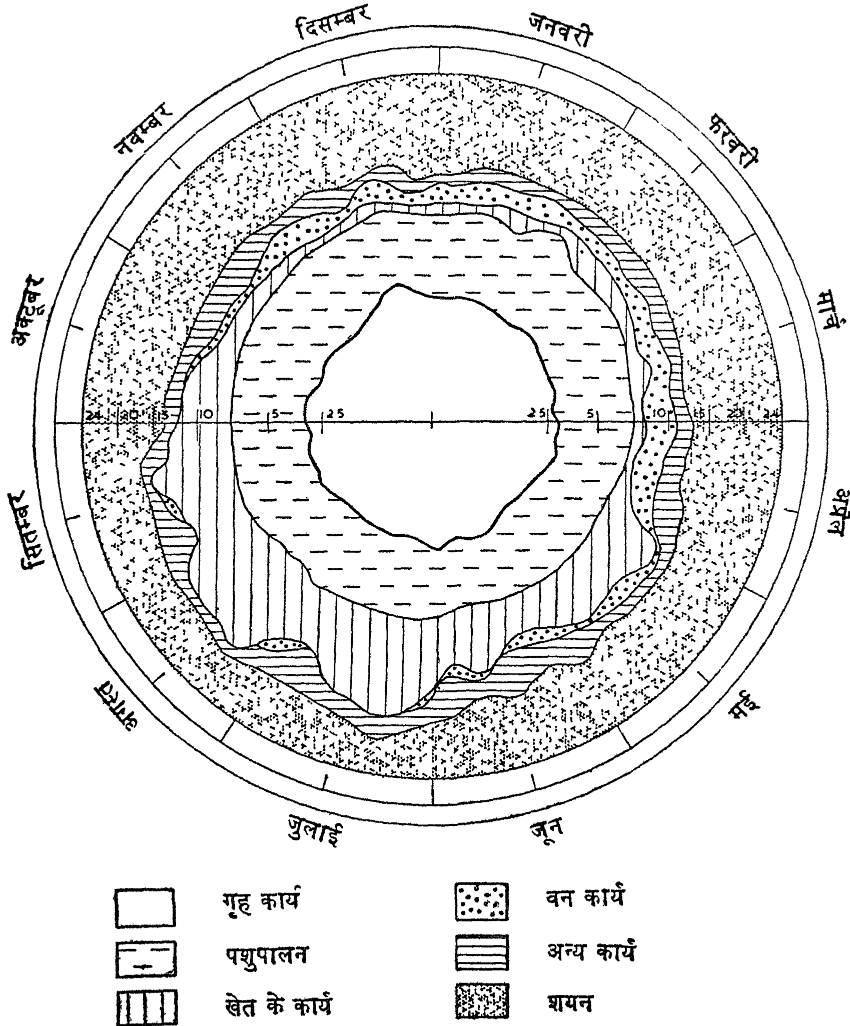
समय की किसी अवधि में कृषि सम्बन्धी या औद्योगिक उत्पादन, माल परिवहन,



चित्र 126—फ्रांस में कोयला तथा लोह अयस्क उत्पादन, 1849-1949, का अर्ध-लघुगणकीय ग्राफ़

Annuaire Statistique, Résumé Rétrospectif, 1946, तथा उसके बाद के *Annuaire Statistique* (पेरिस, वार्षिक) के अंकों (1947-9) पर आधारित ।

व्यापार के आँकड़े, इत्यादि के निरपेक्ष या प्रतिशत मानो को दर्शाने के लिए रेखा-ग्राफ़ों के सरल, बहु (multiple) या मिश्र (compound) प्रकारों का उपयोग हो सकता है। चित्र 124 में बेल्जियम की अलबर्ट केनाल के तीन खण्डो पर कुछ वर्षों में ले जाये गये निरपेक्ष टन भार का ग्राफ़ बनाया गया है, जबकि दाहिनी ओर के ग्राफ़ में तुलना के लिए संगत मानों

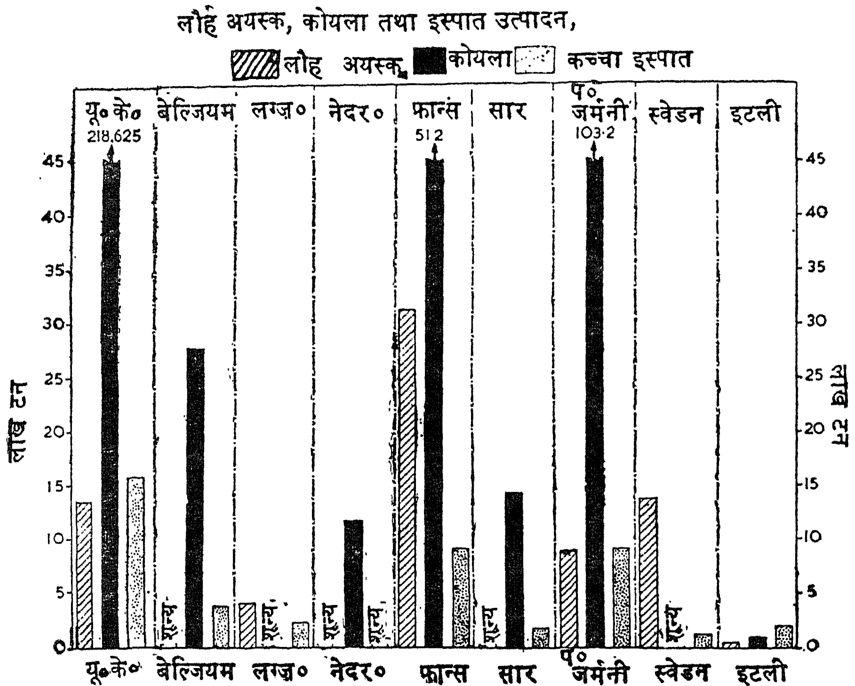


चित्र 127—एक अर्गोग्राफ़ (ergograph)

M. Sipilä, *Maatalouden työajankäyttoo ja työntutkimus* (हेल्सिंकी, 194) से लिये गये आँकडों से डब्ल्यू० आर० मीड के द्वारा संग्रहित।

इस आरेख को फ़िनलैण्ड में प्रतिदर्श फ़ार्मों के एक समूह के लिए साप्ताहिक आधार पर कार्य करने के घन्टों के उपयोग को दिखलाने के लिए बनाया गया था।

को टन किलोमीटर में दर्शाया गया है (देखिये पृ० 246)। सम्बन्धित मात्राओं के परम तथा प्रतिशत आँकड़ों को भिन्न मोटाई की रेखाओं से एक ही ग्राफ़ में दिखलाया जा सकता है, जिसके बायें ओर निरपेक्ष मापनी तथा दाहिने ओर प्रतिशत मापनी बनी हो; अतः बेल्जियम में 1917 तथा 1946 के बीच उत्तरी तथा दक्षिणी बेसिनों के कोयला उत्पादन का ग्राफ़ और भी उपयोगी बन जाता है, यदि एक अध्यारोपित प्रतिशत ग्राफ़ के द्वारा कुल उत्पादन में



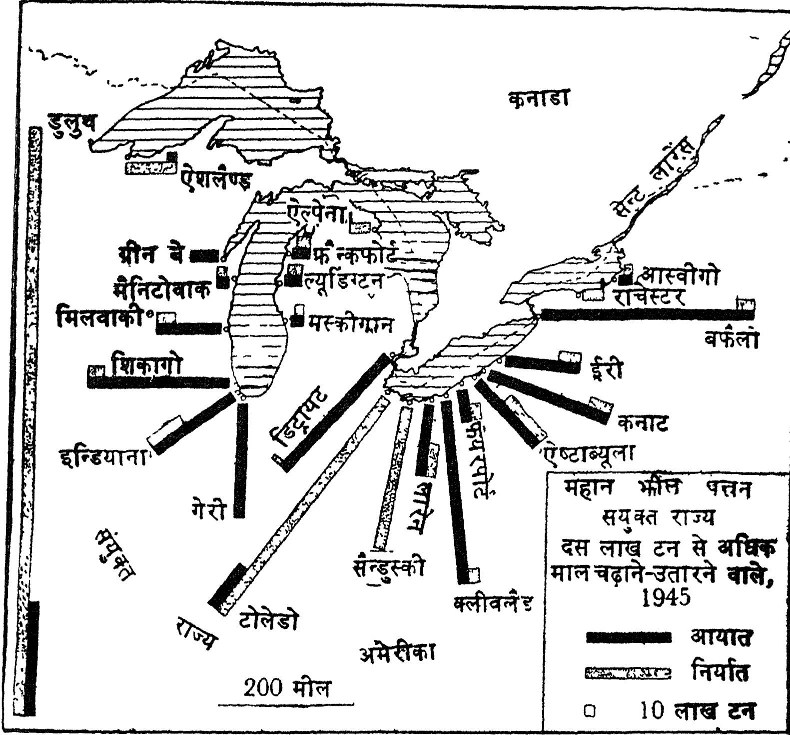
चित्र 128—स्तंभी आरेखों द्वारा नौ यूरोपीय देशों के लिए कोयला, लोह अयस्क तथा इस्पात का उत्पादन, 1949,

आँकड़ों को *Statistical Year-Book of the United Nations Organization*, 1940 (न्यू यार्क, 1950) से लिया गया था।

उत्तरी कोयला क्षेत्र के बढ़ते हुए समानुपात का महत्व स्पष्ट किया जाय। चित्र 125 एक मिश्र ग्राफ़ है, जिसका उपयोग उत्तरी बेल्जियम की सातों कोयला खानों में 1919 से संयुक्त तथा पृथक उत्पादनों के विश्लेषण के लिए किया गया है; जैसे-जैसे प्रत्येक कोयला खान में उत्पादन आरम्भ हुआ, उसके उत्पादन को एक अन्य ग्राफ़-रेखा के रूप में सम्मिलित किया गया, और उस खण्ड को विशिष्टता से छायाकृत किया गया।

अर्ध-लघुगणकीय ग्राफ़-कागज़ का उपयोग उत्पादन में परिवर्तन की दरों को दिखलाने के लिए किया जा सकता है, या जहाँ पर दर्शाये जाने वाले निरपेक्ष मानों का परिसर बहुत अधिक हो। फ्रांस में 1849 से 1949 तक की एक शताब्दी में कोयला तथा लौह

अयस्क के उत्पादन का ग्राफ़ तीन-चक्रीय (three-cycle) कागज़ पर चित्र 126 में दिया गया है। कोयला उत्पादन के निरपेक्ष आँकड़ों का परिसर 1849 में 40 लाख टन से 1930 में उच्चतम 55,057,000 टन तक है। उत्पादन की भारी उच्चावचनयुक्त प्रवृत्तियाँ केवल परिशुद्धता से प्रदर्शित ही नहीं होतीं, वरन् उनका परिणाम भी नियन्त्रणीय आकार का होता



चित्र 129—ग्रेट लेक्स के पत्तनों द्वारा उतारे–चढ़ाये गये माल, 1945, के अवस्थापित दण्ड-ग्राफ़ आँकड़े *Statistical Abstract of the United States* (वाशिंगटन, 1946) से प्राप्त हुए थे।

है। इन्हीं मात्राओं का अंकगणितीय कागज़ पर बना ग्राफ़, जिसमें ऊर्ध्वाधर मापनी पर 100,000 टन का प्रदर्शन एक इंच (अर्थात् प्रयुक्त लघुगणकीय मापनी के सबसे छोटे विभाग की लम्बाई) से हो, 4 फ़ुट से अधिक लम्बा होगा।

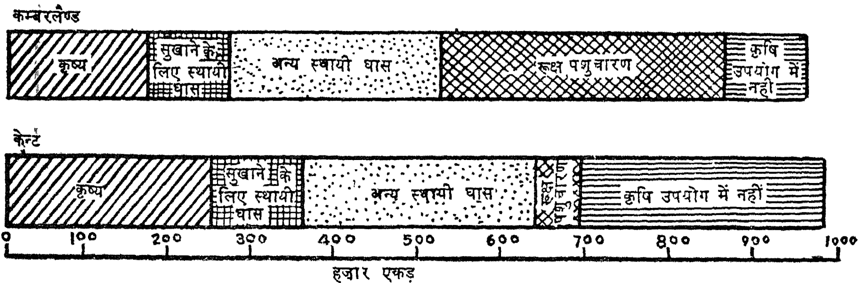
अर्गोगाफ़ (Ergographs)

वर्ष के विभिन्न समय में किये गये काम की मात्रा दर्शाने वाले वक्र को ए० गेडिस ने अर्गोग्राफ़ का नाम दिया है तथा ए० जी० ओगिलवी ने प्रादेशिक प्रविधियों पर एक लेख में

इसका प्रयोग किया है।[1] प्रत्येक महीने में किये गये काम की मात्रा तथा प्रकार की जानकारी को या तो रूढ़ कार्तीय तरीके से[2], या अधिक औचित्य के साथ एक वर्तुल मिश्र ग्राफ़ के रूप में आलेखित किया जा सकता है (चित्र 127)। ऋतु सम्बन्धी कार्यों की सतत लय को को दिखलाने के लिए यह वर्तुल स्वरूप बहुत उपयुक्त है।

स्तंभी आरेख

आर्थिक आँकड़ों को प्रदर्शित करने के लिए स्तंभी आरेखों या दण्ड-ग्राफ़ों का भी विस्तृत उपयोग है, और वास्तव में ये कदाचित सर्वाधिक प्रयुक्त आर्थिक आरेख हैं। चित्र 128 एक तेहरा दण्ड ग्राफ़ है, जिसे यूरोप के नौ देशों में, 1949 में, लोह अयस्क, कोयला तथा कच्चा इस्पात उत्पादन को संक्षेप में देने के लिए बनाया गया था, और जो इनमें से कुछ देशों में क्रान्तिक न्यूनताओं को प्रकट करता है। चित्र 122 व 123 में मुख्य मानचित्रों के द्वारा प्रदर्शित जानकारी को पूरित करने के लिए उप-मानचित्र में केवल योग संख्या दर्शाने के लिए एक सरल प्रकार का क्षैतिज दण्ड-ग्राफ़ बनाया गया है। दण्ड-ग्राफ़ों की स्थिति मानचित्र पर भी सुविधापूर्वक रखा जा सकता है। अतः चित्र 129 ग्रेट लेक्स के पत्तनों के द्वारा, सन् 1945, में, उतारे-चढ़ाये गये माल को संक्षिप्त रूप देता है। प्रत्येक दोहरे स्तंभ का सिर उस पत्तन के यथासम्भव निकट रखा गया था, जिसे वह दर्शाता हो, और आयातों को दर्शाने वाले स्तंभ को ठोस काला रंग कर तथा निर्यातों को विन्दुदार स्तंभ से दर्शा कर प्रभेद उत्पन्न किया गया था। कोई भी तत्काल देख सकता है कि डुलुथ बन्दरगाह सुपीरियर प्रदेश की अयस्क खानों से भारी निर्यात करता है तथा इस प्रकार ईरी पत्तन अयस्क का



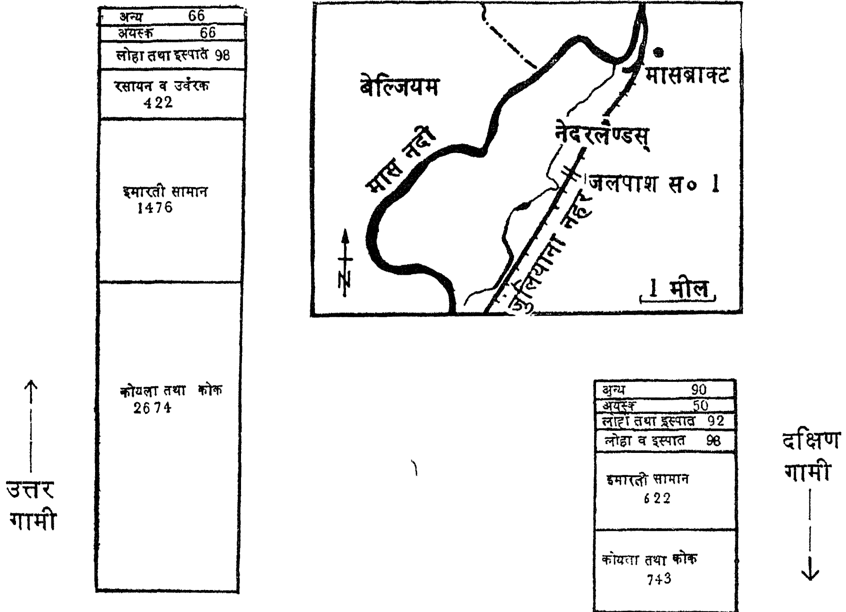
चित्र 130—कम्बरलैण्ड तथा केन्ट में भूमि उपयोग को दिखलाने वाले विभाजित आयत आँकड़ों को Ministry of Agricultбre and Fisheries, *Agriculutral Statistics*, 1939 (एच० एम० एस० ओ०, 1940) से प्राप्त किया गया था।

---

1. A. G. Ogilvie, 'The Technique of Regional Geography with Special reference to India,' *Journal of the Madras Geographical Society*, अंक 13, पृ० 121 (मद्रास, 1938)।
2. A. Demangeon, 'France : Economique et Humaine,' पृ०2-3, *Geographie Universelle*, अंक 6, भाग 2 (पेरिस, 1946) में उदाहरणों को देखिए।

भारी आयात करते हैं जो झील के किनारे तथा पेन्सिलवेनिया के औद्योगिक क्षेत्रों की सेवा के लिए है।[1]

जुलियाना नहर वाहित माल,
1948
(हज़ार टन) जलपाश सं० 1 पर



चित्र 131—जुलियाना नहर पर वाहित माल, 1948, को दिखलाने वाले विजित आयत आँकड़ों को दि हेग के *Centraal Bureau voor de Statistiek* से प्राप्त किया गया था।
जैसा कि उप मानचित्र दिखलाता है, जुलियाना नहर को, मासट्रिक्ट तथा मासब्राक्ट के बीच, मास नदी के अनाव्य भाग से बाहर-बाहर निकलने के लिए बनाया गया था। जलपाश सं० 1 की स्थिति को, जहाँ पर कि माल के आँकड़े अभिलिखित किये गये थे, दिखलाया गया है।
उत्तर की ओर जाने वाला कुल माल 1948 में 48 लाख टन था (जिसकी तुलना में 1938 में 68 लाख टन था); साउथ लिमबर्ग के कोयला क्षेत्रों के शोषण में नहर का महत्व, माल की संख्याओं में कोयला तथा कोक के ऊँचे समानुपात से प्रकट होता है। दक्षिण को जाने वाला कुल माल 1948 में 17 लाख टन था (जब कि 1938 में 7 लाख टन)।

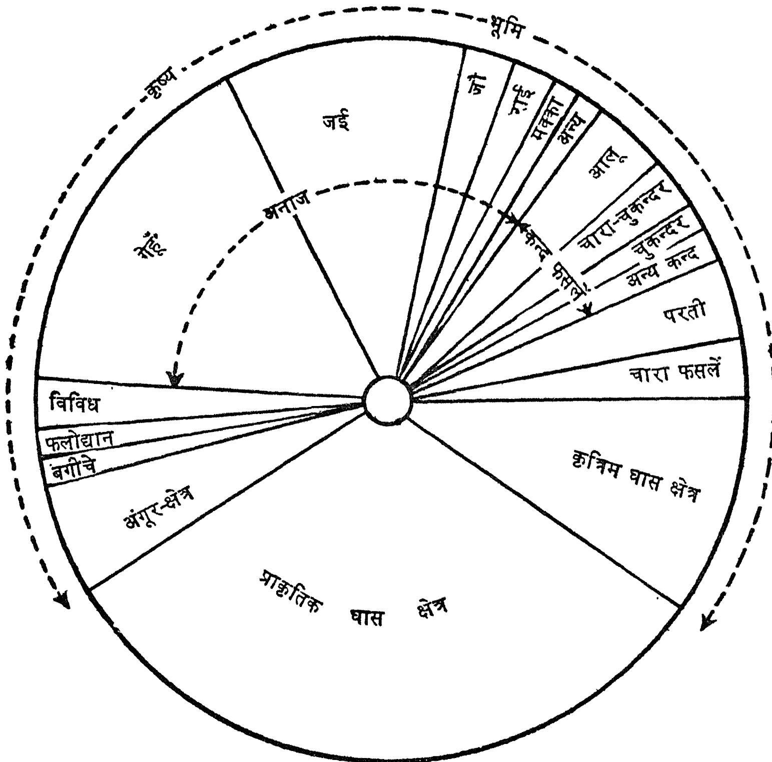
---

1. A. G. Ballert, 'The Coal Trade of the Great Lakes and the Port of Toledo,' *Geographical Review*, अंक 38, पृ० 194-205 (न्यू यार्क, 1948), के साथ तुलना कीजिये, जिसमें पोत लदानों (Shipments) तथा आवतियों (Receipts) को दिखलाने के लिए समानुपातिक वृत्तों का उपयोग करते हुए, ये ग्रेट लेक्स के पत्तनों के कोयला व्यापार का विश्लेषण करते हैं।

विभाजित आयत तथा वृत्त

विभाजित आयत

दंड-ग्राफ़ों की तरह विभाजित आयतों को उनके द्वारा प्रदर्शित मानों की समानुपातिक लम्बाई का बनाया जा सकता है, या जहाँ तुलना करनी हो वहाँ दो या अधिक समान आयतों को प्रतिशत के आधार पर विभाजित किया जा सकता है। चित्र 130 में कम्बरलैण्ड तथा केन्ट दो लगभग समान आकार की काउन्टियों में भूमि-उपयोग की तुलना की गयी है; इन आरेखों में वे असाधारण विपर्यास स्पष्ट हो जाते हैं, जिनकी आशा कोई भी करेगा, किन्तु इसके अतिरिक्त कुछ अप्रत्याशित सी समानताएँ मिलती हैं। चित्र 131 में विभाजित



चित्र 132—फ्रान्स की कृषि भूमि के उपयोग, 1938, को दिखलाने वाला एक अकेला विभाजित वृत्त

आँकड़ों को *Statistique Agricole Annuelle* (पेरिस, 1939) से प्राप्त किया गया था।

आयतों के द्वारा जुलियाना नहर पर, 1948 में, उत्तर एवं दक्षिण की ओर जाने वाले माल का विश्लेषण किया गया है, और साथ में एक स्थिति मानचित्र है जो उस वास्तविक जलपाश को दिखलाता है जहाँ विचाराधीन माल की विवरणियाँ अभिलिखित की गयी थीं। विभाजित आयतों के अनेक प्रकाशित उदाहरण हैं। हार्टशॉर्न तथा डिकेन ने फ़सल तथा

पशु साहचर्यों पर आधारित 6 प्रकार प्रदेशों का सीमांकन किया है।[1] इन्होंने प्रत्येक प्रदेश के लिए फ़सल तथा पशुधन के समानुपातों को चित्र द्वारा समझाने के लिए विभाजित आयत बनाये थे। यूरोप के उदाहरणों में फ़सल के आयतों को समान लम्बाई का बनाया गया तथा प्रतिशत के आधार पर विभाजित किया गया, जब कि पशुधन आयतों को प्रति 100 एकड़ फ़सल भूमि के पशुओं की इकाइयों की संख्या के समानुपातिक बनाया गया था। अमरीका के उदाहरणों में इन्हीं सिद्धान्तों का उपयोग किया गया था, सिवाय इसके कि कृष्य, चरागाह तथा जंगल के विस्तार को बतलाने के लिए एक त्रिक आयत प्रयोग किया गया जिसकी लम्बाई प्रत्येक उदाहरण के लिए समान थी, किन्तु प्रत्येक की चौड़ाई को विचाराधीन वास्तविक क्षेत्रफल के समानुपात में रखा गया था।

इस विधि का एक रोचक उदाहरण ई० एच० सिम्पसन ने दिया है,[2] जिन्होंने सन् 1908 के लिए, तथा 1935 से 1954 तक प्रत्येक वर्ष के लिए ग्रेट ब्रिटेन की पशु संख्या की नस्ल-संरचना का विश्लेषण क्षैतिज आयतों के द्वारा किया, जो प्रत्येक नस्ल के प्रदर्शित प्रतिशत के अनुसार 13 छायाकृत खण्डों में बाँटे गये थे।

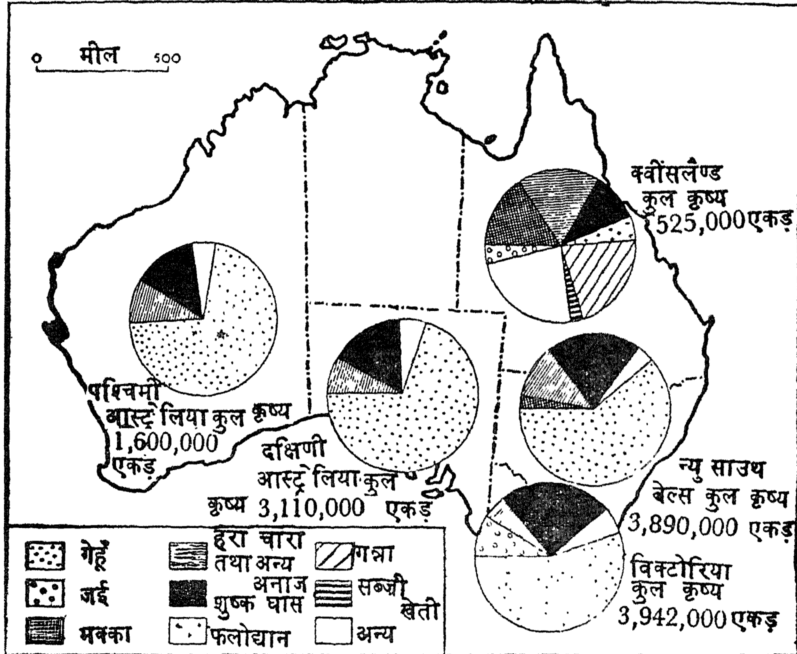
विभाजित वृत्त

फ्रांस की कृषि भूमि के उपयोग का चित्र 132 में अकेले वृत्त के द्वारा विश्लेषण किया गया है; अक्षर लेखन के भीड़युक्त होने के कारण कोई आँकड़े सम्मिलित नहीं किये गये हैं, किन्तु फिर भी यह आरेख बहुत कुछ प्रकट करता है। चित्र 133 में आस्ट्रेलिया के पाँच राज्यों में से प्रत्येक में कृष्य भूमि के उपयोग को विभाजित वृत्तों से दिखलाया गया है; वृत्तों को योगों के समानुपातिक बनाने का कोई प्रयास नहीं किया गया है, जो कि प्रत्येक के नीचे लिख दिये गये हैं। विषयांतर्गत सबसे छोटे क्षेत्रफल (अर्थात क्वींसलैण्ड) और सबसे बड़े (विक्टोरिया) का अन्तर इतना अधिक है कि प्रत्येक के त्रिज्यखण्डों के क्षेत्रफलों की तुलना करना आँखों के लिए कठिन होगा, यद्यपि जब वृत्त समान आकार के हों तो समानुपात की तुलना अपेक्षाकृत सरल होती है। चित्र 134 में ईस्ट ग्लैमॉर्गन कोयला क्षेत्र की प्रत्येक कोयला खान में श्रमिकों की कुल संख्या बतलानी आवश्यक थी जिससे कि उस कोयला खान का आपेक्षिक महत्व दर्शाया जा सके; केवल दो विभाजन, धरातलीय तथा भूमिगत श्रमिकों के बीच आवश्यक थे, और इस कारण से समानुपातिक वृत्तों का उपयोग करना अनुमेय था।

प्रकाशनों में बहुत बड़ी संख्या में उपलब्ध उदाहरणों में से कुछ से चित्रों की सहायता से यह समझाया जा सकेगा कि वितरणों को चित्रों के द्वारा समझाने में विभाजित वृत्त कितने उपयोगी हैं। एल० एस० विल्सन लैटिन-अमरीकी विदेशी व्यापार की प्रकृति तथा

1. R. Hartshorne and S. N. Dicken, 'A classification of the Agricultural Regions of Europe and North America on a Uniform Statistical Basis,' उ० ग्र० (1935)।
2. E. S. Simpson, 'The Cattle Population of England and Wales: its Breed Structure and Distribution', *Geographical Studies*, अंक 5, सं० 1, पृ० 47 (लन्दन, 1958)।

दिशा को दिखलाने के लिए पैंतालिस पृथक आरेखों का उपयोग करते हैं।[1] एल० डी० स्ट्रैम्प प्रत्येक काउन्टी में तथा पूरे ग्रेट ब्रिटेन में 1937, तथा 1944 के बीच स्थायी घास स्थल, कृषि क्षेत्र तथा अस्थायी घास स्थल के समानुपातों को दिखलाने के लिए ग्रेट ब्रिटेन के काउन्टी वाले मानचित्रों पर अध्यारोपित तीन त्रिज्यखण्डों वाले विभाजित वृत्तों की एक श्रेणी का उपयोग करते हैं।[2] दोनों मानचित्र युद्ध के समय में खेतों के जोते जाने के परिणामों को अत्यन्त प्रभावपूर्णता से संक्षेप में प्रस्तुत करते हैं। उत्तर-पूर्वी बेल्जियम के केम्पेन क्षेत्र से कोयला उत्पादन तथा संचलन को दिखलाने के लिए अवस्थापित विभाजित

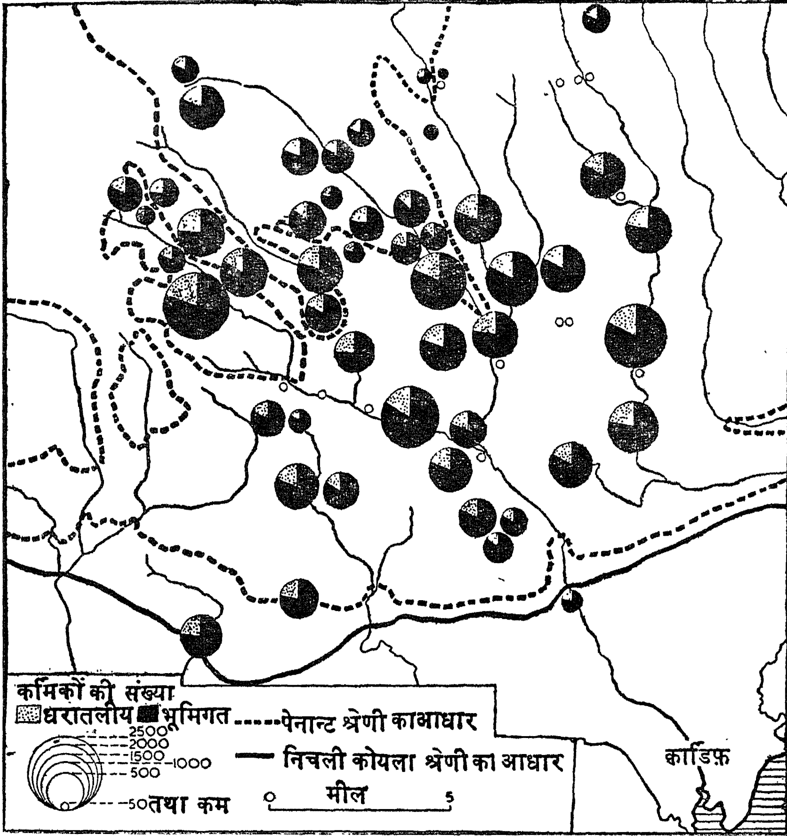


चित्र 133—आस्ट्रेलिया की कृषि भूमि, 1947, को दिखलाने वाले अवस्थापित तुलनीय विभाजित वृत्त

आँकड़ों को *Official Year-Book of the Commonwealth of Australia* (कैनबरा, 1948) से प्राप्त किया गया था। क्वीन्सलैण्ड को छोड़कर प्रत्येक राज्य में गेहूँ की प्रमुखता का आभास तत्काल हो जाता है, जब कि उस राज्य में गन्ना तथा मक्का बहुत अधिक महत्वपूर्ण हैं। ध्यान रखने योग्य एक बात यह है कि 'फलोद्यानों' का संवर्ग क्वीन्सलैण्ड के वृत्त में मिलता है किन्तु अन्य में अनुपस्थित है जहाँ पर यह वास्तव में एक अधिक बड़ा निरपेक्ष क्षेत्रफल घेरता है; तथापि इसका प्रतिशत इन राज्यों में इतना छोटा था कि इसका अलग से प्रभेद नहीं किया जा सका, और उसको 'अन्य' के मिश्र संवर्ग में सम्मिलित करना पड़ा।

1. L. S. Wilson, 'Latin-American Foreign Trade', *Geographical Reveiw*, अंक 31, पृ० 135-41 (न्यू यार्क, 1931)।
2. L. D. Stamp, उ० ग्र० (1948)।

वृत्तों की एक श्रेणी का उपयोग किया गया जिसमें प्रत्येक कोयला खान के कुल उत्पादन के समानुपात में सड़क, रेल तथा जल द्वारा संचालित मात्राओं का विश्लेषण किया गया था।[1]



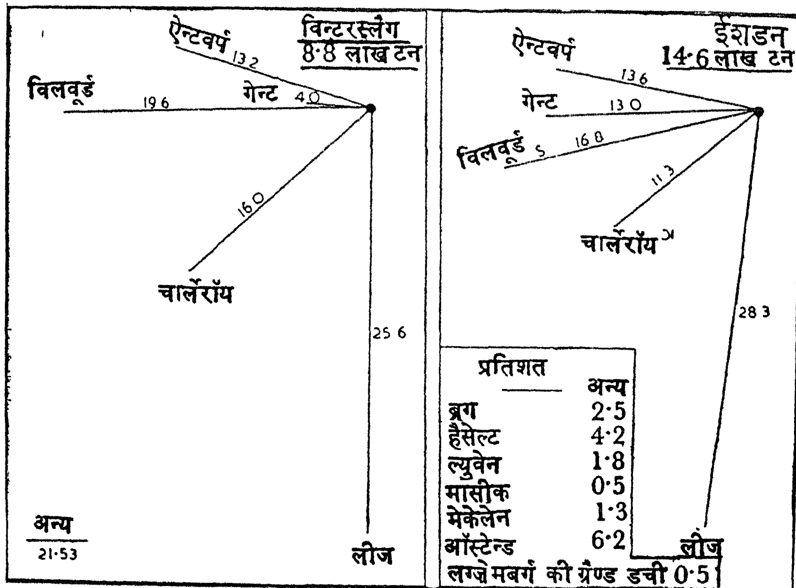
चित्र 134—पूर्व ग्लैमॉर्गन कोयला क्षेत्र की कोयला खानों में, 1948 में, नियुक्त व्यक्तियों को दिखलाने के लिए अवस्थापित विभाजित वृत्त
आँकड़ों को *Ministry of Fuel and Power, List of Mines in Great Britain and the Isle of Man* (लन्दन, 1949) से प्राप्त किया गया था।
जहाँ पर किसी कोयला खान में 50 व्यक्तियों से कम काम करते थे वहाँ पर धरातलीय तथा भूमिगत श्रमिकों में प्रभेद नहीं किया गया है।

1. F. J. Monkhouse, 'Coal Movement in Belgium, With Special Reference to The Kempen, Field', *Transaction and Papers*, 1950 : *The Institute of British Geographers*, सं० (लन्दन, 1952)। H. W. H. King, 'the canberra—Queanbeycan Symbiosis' : A Study of Urban Mutualism', *Geographical Review*, अंक 44, पृ० 117 (न्यू यार्क, 1954) भी देखिये, जिसमें एक 5-दिवसीय यातायात गणना के आधार पर कैनबरा के अन्दर और बाहर यातायात प्रवाह का विश्लेषण करने के लिए विभाजित वृत्तों का उपयोग किया गया था।

एच० सी० च्यू०[1] ने इंग्लैण्ड तथा वेल्स में पन्द्रह वर्षों (1939-54) के कृषि सम्बन्धी परिवर्तन को पूरे इंग्लैण्ड के लिए तथा कुछ काउन्टियों के लिए चित्र द्वारा समझाने के लिए विभाजित वृत्तों की एक श्रेणी का बड़ी प्रभावपूर्णता से उपयोग किया है। अन्त में, एफ़० जे० एम० जब डेनमार्क में जटलैण्ड के कानजेनशस मेमोरियल पार्क को देखने गये उन्हें यह देखकर प्रसन्नता हुई कि एक स्मारक बीथि में प्रत्येक स्थूल ग्रेनाइट का गोला पत्थर एक अजोत भूमि वाली पैरिश से सम्बन्धित है; प्रत्येक पर दो विभाजित वृत्त खुदे हुए हैं, एक 1850 में और दूसरा 1950 में पैरिश में अजोतभूमि का समानुपात दिखलाता है।

तारक-आरेख

आर्थिक वितरणों को ऐसी रेखाएँ खींचकर समझाया जा सकता है जो अपने द्वारा प्रदर्शित मानों की समानुपातिक लम्बाई की हों, तथा उत्पादन के केन्द्र से लगभग संचलन की दिशा में विकिरण करती हों। उदाहरण के लिए, चित्र 135 बड़ी केम्पेन कोयला खानों में से दो से कोयले के संचलन को समझाता है, जिसमें त्रिज्याएँ (radials) लगभग संचलन



चित्र 135—बेल्जियम की दो कोयला खानों से कोयले का संचलन, 1948, के तारक-आरेख

आँकड़ों को *Association Charbonnière de Bassin de la Campine*, हैसेल्ट, से प्राप्त किया गया था।

दोनों कोयला खानें, विन्टरस्लैग तथा ईसडेन, उत्तरपूर्वी बेल्जियम के केम्पेनलैण्ड कोयला क्षेत्र में हैं।

---

1. H. C. Chew, 'Fifteen Years of Agricultural Change, *Geography*, अंक 43, पृ० 177-90 (शेफ़ील्ड, 1958)।

की दिशा को दिखलाती हैं, जबकि प्रत्येक की लम्बाई संदर्भित मात्रा से समानुपातिक है। तथापि, किसी मानचित्र पर समानुपातिक मोटाई की रेखा से यह तारा-आरेख बहुत कम उपयोगी होते हैं (नीचे प्रवाह-रेखा मानचित्रों को देखिये)।

इकोनोग्राफ़ (Econographs)

जी० टेलर ने एक प्रकार का तारा-आरेख निकाला था जो उनकी समझ में श्वेत बस्ती के चार बड़े नियंत्रकों, अर्थात् समुद्रतल से ऊँचाई, इंचों में वर्षा, ° फ़० में तापमान तथा टन प्रति वर्ग मील में कोयले की अनुमानित उपलभ्य राशि पर आधारित था।[1] प्रत्येक केन्द्र विन्दु से, इन चार लक्षणों की समानुपातिक लम्बाई के चार अक्ष खींचे गये थे; तापमान नियंत्रण मापनी को वर्षा से दो गुना भारित किया गया था। चारों अक्षों के सिरों को मिलाने से एक आयताकार चित्र बना, जिसे इन्होंने **इकोनोग्राफ़** का नाम दिया। 'अनुकूलतम निवास्यता' (Optimum habitability) को दर्शाने वाली एक परिकल्पित आकृति से तुलना करने पर, किसी प्रदेश विशेष के इकोनोग्राफ़ की आकृति से, इस कसौटी पर आधारित, उस प्रदेश में श्वेत बस्ती की आपेक्षिक उपयुक्तता का प्रभाव तत्काल मिलता है। यह सिद्धान्त जलवायु प्रभावारेख से मिलता-जुलता है (देखिये पृ० 227)।

इस प्रकार के इकोनोग्राफ़ में यह कमी है कि यह केवल चार कसौटियों का उपयोग करता है; अन्य क्षेत्रों में सिंचाई, जल विद्युत उत्पादन या तेल उत्पादन का 'निवास्यता' में और अधिक महत्व हो सकता है। यह सम्भव है कि चार के बजाय आठ नियंत्रकों को आलेखित किया जाय और इस प्रकार प्रतिनिधि अष्टभुज प्राप्त किये जायें।

इसके बाद, एक इकोनोग्राफ़ का 1,000 इकाई क्षेत्रफल मानते हुए किसी अन्य इकोनोग्राफ़ को दर्शाने वाली एक संख्या का परिकलन करना संभव है। यदि प्रत्येक के मान को, एक मानचित्र की रूप-रेखा में उसके द्वारा प्रदर्शित क्षेत्र के केन्द्र में आलेखित किया जाय, तो सममान रेखाएँ बनाई जा सकती हैं, जिन्हें टेलर ने **सम आवासीय रेखाएँ** (eisoiketes) (निवास्यता की रेखाएँ) कहा है।

प्रवाह-रेखा मानचित्र

पण्यों के संचलन को विविध प्रकार के 'गतिक' मानचित्रों से दर्शाया जा सकता है। समानुपातिक वृत्तों, दण्डों तथा तारा-ग्राफ़ों के उपयोगों की व्याख्या पहिले ही हो चुकी है।

'प्रवाह-रेखा' मानचित्र ऐसे संचलन मानचित्र को कहते हैं जो अनुसरण की गयी दिशा को सम्बन्धित रेल या जल मार्ग को दर्शाने वाली एक रेखा से दिखलाता है, तथा रेखा की मोटाई से मात्रात्मक प्रभाव दिया जाता है। अतः चित्र 136 बेल्जियम के जलमार्गों पर 1948 में, कोयले के संचलन को टन-किलोमीटर में व्यक्त करते हुए दर्शाता है (देखिये पृ०

---

1. G. Taylor, 'The Distribution of Future White Settlement', *Geographical Review*, अंक 12, पृ० 375-402 (न्यू यार्क, 1922)।

245)। इसी प्रकार से टन-किलोमीटर प्रति किलोमीटर जलमार्ग (चित्र 137), या प्रत्येक जलमार्ग या उसके खण्ड पर के स्थानों पर कुल लदानों के रूप में निरपेक्ष टन भार की भाँति अन्य मार्गों का उपयोग किया जा सकता है।

सामान्यत: रेल या सड़क यातायात-प्रवाह मानचित्रों को बनाने के लिए पर्याप्त आवश्यक विस्तार की सूचना कदाचित ही मिलती है (देखिये पृ० 244)। तथापि, कभी-कभी धैर्यपूर्वक पता लगाने से पृथक रेल मार्गों के विषय म अशासकीय आँकड़े ज्ञात किये जा सकते हैं; केम्पेन कोयला खानों से रेल तथा जल के द्वारा 1949 में कोयले के संचलन को चित्र द्वारा समझाने के लिए, स्वयं सातों कोयला खानों के द्वारा दी गयी सूचना के आधार पर एक मानचित्र बनाया गया था।[1] इसके अतिरिक्त सेवा-वारंवारता के मानचित्र बनाये जा सकते हैं; मोटर-बस[2] तथा रेल की समय-सारणियों का [जिनमें अशासकीय 'कार्यकारी' ('Working') समय-सारणियाँ सम्मिलित हैं] विश्लेषण किया जा सकता है, तथा कभी-कभी सड़क यातायात की गणनाएँ उपलब्ध होती हैं।

हवाई कम्पनियों के द्वारा प्रकट प्रवाह-रेखा मानचित्रों को बनाने में यात्रियों के संचलन के विस्तृत आँकड़ों का उपयोग बढ़ता जा रहा है;[3] कुछ हवाई कम्पनियाँ ऐसे मानचित्रों को अपने विज्ञापनों का अंग बनाकर प्रकाशित करती हैं।

एक प्रवाह-रेखा मानचित्र बनाने के लिए, वास्तविक मार्गों की रूपरेखा का एक अनुरेखण पेन्सिल से बनाइये। विषयान्तर्गत उच्चतम तथा न्यूनतम मात्राओं की जाँच कीजिये, और रूपरेखा की जटिलता को ध्यान में रखते हुए, रेखाओं की मोटाई की एक ऐसी मापनी चुनिये जिसे बिना उलझाव के मानचित्र पर प्रयोग किया जा सके। अत:, उदाहरण के लिए, 1 मिलीमीटर मोटी रेखा 10 लाख टन-किलोमीटर को प्रदर्शित कर सकती है, और प्रत्येक जल मार्ग के लिए मानों को समानुपातिक मोटाई की रेखाओं के द्वारा दर्शाया जा सकेगा। जहाँ कहीं आवश्यक हो वहाँ प्रतिरूप की वक्रताओं को सामान्यीकृत करते हुए, और विभाजनी की सहायता से, पेन्सिल वाली रूपरेखा के दोनों ओर समांतर रेखाएँ खींचिये, और फिर बीच में काला रंग भर दीजिये (चित्र 137)। प्रवाह रेखाओं के बीच का भाग काले रंग से

---

1. F. J. Monkhouse, उ० ग्र० (1952)।
2. F. W. Green, 'Motor-Bus Centres in South-West England', *Transactions and Papers*, 1948 : *The Institute of British Geographers*, सं० 14, पृ० 60 (लन्दन, 1949) ; तथा 'Town and Country Services' *Geography*, अंक 34, पृ० 89-90 (लन्दन, 1949)।
3. E. L. Ullman, 'Trade Centres and Tributary Areas of the Philippines,' *Geographical Journal* अंक 50, पृ० 209 (न्यू यार्क, 1960); W. Warntz, 'Transatlantic Flights and Pressure Patterns,' *Geographical Review*, अंक 51, पृ० 205 (न्यू यार्क, 1961) भी देखिए, जो दिसम्बर, 1946 में प्रत्येक दिन के लिए लन्दन से न्यू यार्क का अनुकूलतम मार्ग दिखलाता है; 31 लाइनें अध्यारोपित की गयी हैं और एक औसत अनुकूलतम मार्ग तथा महावृत्त (Great Circle) मार्ग सम्मिलित हैं।

भरने के बजाय प्रत्येक जल मार्ग के समांतर रेखाओं की एक श्रेणी बना देने से मानों का एक ही झलक में अधिक सरलता से मूल्यांकन किया जा सकता है (चित्र 136)। अतः, यदि एक रेखा 10 लाख टन दर्शाती है तो 48 लाख टन का मान पाँच समांतर रेखाओं से प्रदर्शित होगा; 5 लाख टन से कम के मानों को एक टूटी या विन्दुमय रेखा से दर्शाया जा सकता है।

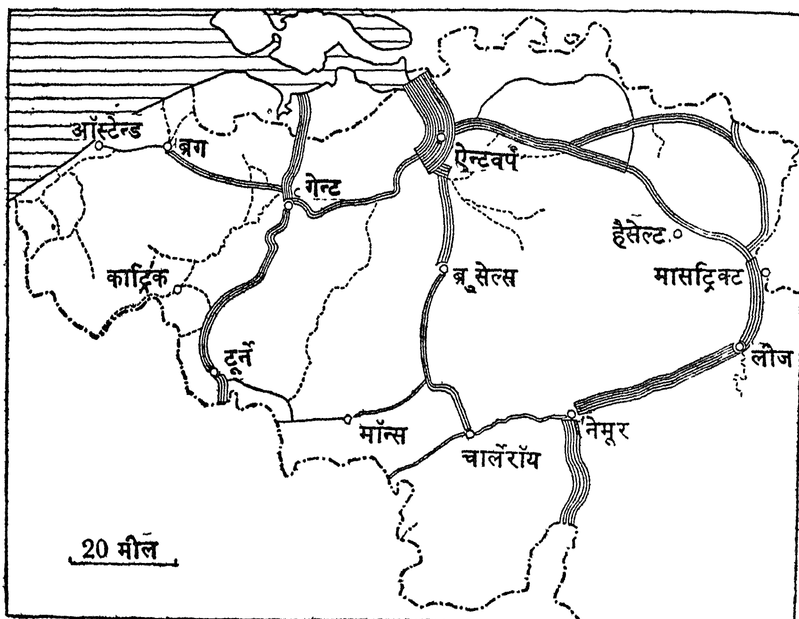
कुछ परिष्कार करके एक अधिक विस्तृत प्रकार का यातायात-प्रवाह मानचित्र बनाया जा सकता है, जैसा कि उपनिरद तथा अनुप्रवाह यातायात का अवभेदन[1] (उदाहरण के लिए एक मिश्र रेखा के द्वारा जिसमें उपनिरद मान विन्दुमय हों तथा अनुप्रवाह मान रेखाखचित (lined), या संवर्गों का अवभेदन भी हो सकता है।

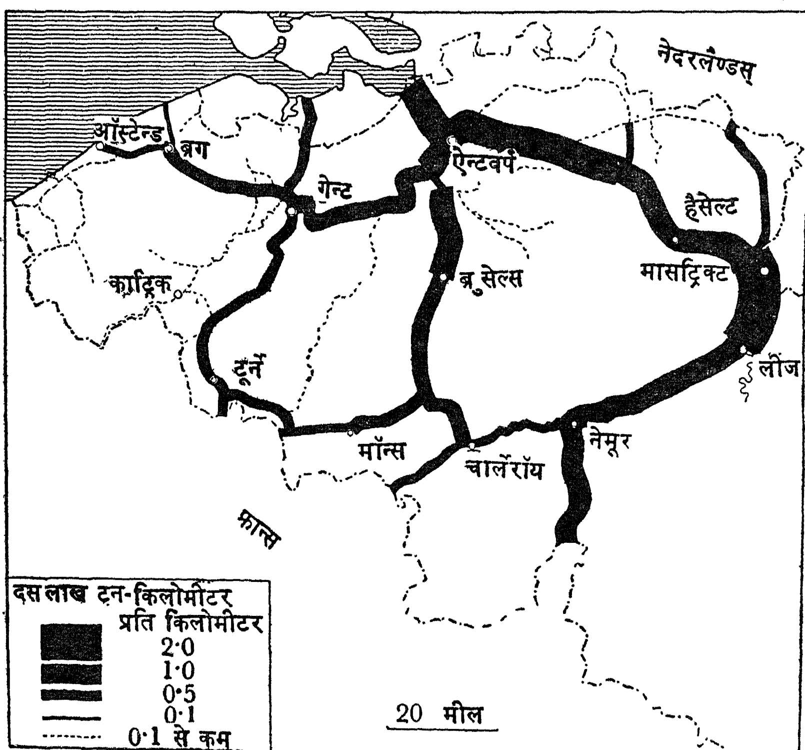
सड़क-यातायात गणना के लिए एक अन्य परिवर्त का उपयोग किया जा सकता है। यदि विचाराधीन क्षेत्र में अनेक सड़कों के विषय में आँकड़े उपलब्ध हैं, तो सड़क के एक खण्ड के सहारे जहाँ, उदाहरण के लिए, समय की एक अवधि में 100 गाड़ियाँ जाती हों, वहाँ एक विन्दुमय रेखा बनायी जा सकती है, और जहाँ 200 हों वहाँ विन्दुमय दोहरी रेखा, इत्यादि।[2] इससे बढ़कर एक परिष्कार यह होगा कि एक दिशा के यातायात के लिए काले विन्दु, दूसरी के लिए लाल विन्दु या भिन्न गाड़ियों के लिए भिन्न आकार के विन्दु बनाये जायें। इससे कम ब्यौरे वाला एक परिवर्त यह होगा कि मार्ग प्रतिरूप को इकहरी चौड़ाई की दोहरी-रेखा से खींचा जाय और फिर एक मात्रात्मक मापनी के अनुसार छायाकरण या रंग से भरा जाय।[3]

एडवर्ड एल० उलमैन (वाशिंगटन विश्वविद्यालय) का कार्य जिसमें विविध यातायात-प्रवाह मानचित्रों से प्रचुरता के साथ समझाया गया प्रकाशित कार्य सम्मिलित है, विशेष रूप से उल्लेखनीय है। इनके *American Commodity Flow* (सियैटिल, वाशिंगटन, 1957) में संयुक्त राज्य के रेल यातायात, मिसीसिपी पर बजरा तथा बेड़ा यातायात, ग्रेट लेक्स तथा पूर्वी तट पर कोयले का संचलन तथा सूखा नौभार (Cargo), पेट्रोलियम तथा कुल

---

1. उदाहरण के लिए, H. Ormsby, *France* (लन्दन, 2रा संस्करण, 1950) में दो मानचित्र देखिए; इनमें से एक (पृ० 475) उत्तरी जलमार्गों पर कोयले के उपनिरद तथा अनुप्रवाह यातायात में प्रभेद करता है, और दूसरा (पृ० 482) पेरिस जलमार्गों पर कोयले का यातायात दर्शाता है।
2. G. M. Schultz, 'Using Dots for Traffic Flow Maps,' *Professional Geographer*, अंक 13, सं० 1, पृ० 18-19 (न्यू यार्क, 1961); दक्षिण-पूर्वी विसकांसिन का एक क्षेत्र चुना गया था।
3. D. E. Christensen, 'A Simplified Traffic flow Map,' *Professional Geographer*, अंक 12, सं० 21-2 (न्यू यार्क, 1962) ने इस विधि का उपयोग Florida Reference Atlas (टैलेहैसी, 1960) के एक मानचित्र में किया है। मानों की मापनी में इन्होंने समय की एक निर्दिष्ट अवधि में 2,500 वाहनों से कम, 2,500-7,499, 7,500-12,499, तथा 12,499 से अधिक लिए थे; इसने संचलन के सामान्य प्रतिरूप तथा घनत्व को स्पष्ट रूप से दिखला दिया था।


ऑस्टेन्ड
ब्रग
गेन्ट
ऐन्टवर्प
हैसेल्ट
कार्ट्रिक
ब्रूसेल्स
मासट्रिक्ट
लीज
टूर्ने
मॉन्स
नेमूर
चार्लेरॉय
20 मील


नेदरलैण्डस्
ऑस्टेन्ड
ब्रग
गेन्ट
ऐन्टवर्प
हैसेल्ट
कार्ट्रिक
ब्रूसेल्स
मासट्रिक्ट
लीज
टूर्ने
मॉन्स
नेमूर
चार्लेरॉय
फ्रान्स
दस लाख टन-किलोमीटर
प्रति किलोमीटर
2·0
1·0
0·5
0·1
0·1 से कम
20 मील

माल के रूप में संयुक्त राज्य के विदेशी तथा देशीय (domestic) समुद्री व्यापार के प्रवाह-मानचित्र मिलते हैं।

एन० जे० जी० पाउण्ड्स[1] ने लारेन, लग्ज़ेमबर्ग, रूर, सार, आदि के बीच लोह अयस्क, कोयला तथा कोक के संचलन को चित्र द्वारा समझाने के लिए आरेखी प्रवाह-मानचित्रों की एक श्रेणी बनायी थी। मोटे तौर पर सही दिशा की ओर संकेत करते हुए तथा मोटाई में भार के समानुपातिक और अनेक पण्यों को दिखलाने के लिए विविध प्रकार के छायाकृत तीरों का उपयोग किया गया था।



1. N. J. G. Pounds, 'Lorraine and the Ruhr,' *Economic Geography*, अंक 33, पृ० 49-62 (वॉरसेस्टर, 1957)।

चित्र 136-137.—बेल्जियम के कोयला संचलन, 1948 के प्रवाह-रेखा मानचित्र आँकड़ों को *Institute National de Statistique*, ब्रुसेल्स, से प्राप्त किया गया था।

चित्र 136 (ऊपर) टन-किलोमीटर में कोयला संचलन दिखलाता है। प्रत्येक अकेली ठोस रेखा 10 लाख टन-किलोमीटर को (निकटतम 10 लाख तक) दर्शाती है, जब कि एक टूटी रेखा इससे कम मात्रा बतलाती है।

चित्र 137 (नीचे) टन-किलोमीटर प्रति किलोमीटर में कोयला संचलन दिखलाता है।

अध्याय **5**

जनसंख्या के मानचित्र तथा आरेख

आँकड़े

जनसंख्या से सम्बन्धित आँकड़ों को सुविधा के लिए कई बड़े संवर्गों में बाँटा जा सकता है। एक संवर्ग में जनगणना-पूर्व के स्रोत आते हैं, जैसे कि डूम्सडे बुक, पोलटैक्स तथा हार्थ टैक्स अभिलेख, और यदा कदा किये गये जनसंख्या के व्यक्तिगत अनुमान, जैसा कि ग्रेगरी किंग ने इंग्लैण्ड तथा वेल्स के लिए 1965 में किया था।[1]

एक दूसरे संवर्ग में विविध राष्ट्रीय जनगणनाएँ आती हैं, जो संसार की जनसंख्या के वितरण तथा संरचना की सूचना के मुख्य स्रोत हैं। स्कैंडिनेविया के देशों तथा पूर्वी कनाडा में, अट्ठारहवीं शताब्दी के मध्य में जनगणनाएँ की गयी थीं, जब कि पश्चिमी यूरोप में वे मुख्यतः उन्नीसवीं शताब्दी के साथ प्रारंभ हुई थीं।[2] किन्तु आज भी संसार के कुछ ऐसे भाग हैं, उदाहरणार्थ एबीसीनिया तथा अरब, जहाँ पूर्ण जनगणना कभी नहीं की गयी है। इसके अतिरिक्त जनगणना की विवरणियाँ अपने स्वरूप, पूर्णता तथा परिशुद्धता में एक देश से दूसरे में भिन्न होती हैं।[3] ये अधिकांशतः प्रति दस वर्षों में एक ही बार की जाती हैं।

एक तीसरे संवर्ग में जैव आँकड़ों के अभिलेख आते हैं, जो पश्चिमी यूरोप तथा संयुक्त राज्य के विषय में उन्नीसवीं शताब्दी के मध्य से मिलते हैं, और यदा-कदा इससे भी पूर्व से। विश्वसनीयता के मानक भिन्न हैं और सुसंगठित जनसांख्यिकीय संस्थाओं वाले देशों में भी बहुत-सी जैव सूचना, जिसे अब आवश्यक समझा जाता है, अपेक्षाकृत थोड़े ही समय से अभिलेखित होनी आरंभ हुई है।

---

1. D. V. Glass, 'Gregory King's Estimate of the Population of England and Wales, 1965', *Population Studies*, अंक 3 (कैम्ब्रिज, 1949-50)।
2. अधिक हाल की जनगणनाओं की समीक्षा के लिए देखिये : H. J. Dubester, *National Censuses and Vital Statistics in Europe*, 1918-39 (वाशिंगटन, 1947) तथा H. J. Dubester, *Catalog of the United States Census Publications* (वाशिंगटन, 1950)। J. D. Durand, 'Adequacy of Existing Census Statistis for Basic Demographic Research', *Population Studies*, अंक 4 (कैम्ब्रिज 1950)।
3. United Nations, *Population Census Methods* (न्यू यॉर्क, 1951)।

जिन आँकड़ों के विवरण अन्तर्राष्ट्रीय संगठन देते हैं, जैसे कि संयुक्त राष्ट्र संघ[1] अन्तर्राष्ट्रीय श्रम कार्यालय, और l' Institute International de Statistique आदि, वे एक चौथे संवर्ग में आते हैं। सर्व प्रथम, ये संस्थाएँ अपनी सूचना के लिए राष्ट्रीय गणना कार्यालयों पर बहुत निर्भर होती हैं, किन्तु आँकड़ों के संग्रह में, उन्हें मानकीकृत करने में तथा उपलब्ध कराने में और इस प्रकार से उनकी तुलनीयता बढ़ाने में वे एक महत्वपूर्ण कार्य करती हैं।

विविध स्रोतों को एक समूह के रूप में एक पाँचवे संवर्ग में रखा जा सकता है। युद्ध तथा शान्ति के नियोजन के सम्बन्ध में, सरकार द्वारा जनसंख्या की समस्याओं की जाँच से जनसंख्या के विषय में महत्वपूर्ण पूरक आँकड़े प्राप्त होते हैं। इन प्रतिवेदनों में उदाहरण के लिए, स्वेडन तथा ग्रेट ब्रिटेन में रायल कमीशनों के द्वारा प्रकाशित प्रतिवेदन सम्मिलित हैं। संयुक्त राज्य में राज्य नियोजन मण्डलों तथा राष्ट्रीय संसाधन समिति के द्वारा तथा फ्रान्स में L' Institut National d' Etudes Demographique के द्वारा उपलब्ध किये गये आँकड़े भी इसी संवर्ग में आते हैं।[2] 1939 की ब्रिटिश राष्ट्रीय पंजी तथा 1946 की ब्रिटिश परिवार जनगणना विशेष उल्लेखनीय हैं। यदा-कदा की गयी उत्पादन तथा वितरण की गणनाएँ, राष्ट्रीय स्वास्थ्य पंजीयनों तथा राशन पुस्तिका पंजीयनों पर आधारित आँकड़ों की विवरणियाँ, तथा ब्रिटिश व्यापार मंडल, अमरीकी आप्रवास कमीशन तथा अन्य देशों में ऐसी ही संस्थाओं से प्राप्त आप्रवासियों की विवरणियाँ भी महत्वपूर्ण हैं। व्यक्तियों अथवा राज्यों के द्वारा किये गये जनगणना के प्रतिदर्श सर्वेक्षण ऐसे यथोचित परिशुद्ध आँकड़ों को उपलब्ध कराने में अधिक महत्वपूर्ण होते जा रहे हैं, जिन्हें पहिले केवल पूर्ण मापक गणनाओं के द्वारा ही प्राप्त किया जा सकता था।[3]

यहाँ पर जनसंख्या से सम्बन्धित प्रादेशिक प्रबन्धों का भी उल्लेख किया जाना चाहिये, जो कि सूचना के महत्वपूर्ण गौण स्रोत हैं, इनमें अनेक बिखरे हुए स्रोतों के आँकड़ों को एक

---

1. देखिये United Nations Organization, *Demographic Year-Book*, 1948 (न्यू यार्क, 1949) तथा प्रति वर्ष। प्रत्येक अंक में अधिकांश देशों के जैव आँकड़ों का ब्यौरा, आँकड़ों के गुण के मूल्यांकन पर प्राविधिक टिप्पणियाँ तथा शासकीय राष्ट्रीय जनगणनाओं और अन्य शासकीय जनसांख्यिकीय प्रकाशनों की एक उपयोगी संदर्भ ग्रंथ सूची मिलती है।
2. अनुसंधान केन्द्रों की सूची के लिए तथा सन्दर्भ ग्रंथ संदर्भों के लिए P. George, *Introduction a l' Etude Géographique de la Population du Monde*, Institut National de Etudes Démographique (पेरिस, 1951) को देखिये।
3. एक विवेचन के लिए F. Yates, *Sampling Methods for Censuses and Surveys* (लन्दन, 1949) को देखिये तथा एक अच्छे उदाहरण के लिए J. R. H. Shaul तथा C. A L. Myeburgh, 'Provisional Results of the Sample Survey of the African Population of Southern Rhodesia, 1948', *Population Studies*, अंक 3 (कैम्ब्रिज, 1948-9)।

व्यापक आधार पर उपलब्ध कराया जाता है।[1]

सभी उपलब्ध आँकड़ों के होते हुए भी यह बतलाना आवश्यक है कि संसार की जनसंख्या के इतिहास के विषय में हमारा ज्ञान अभी सामान्य प्रवृत्तियों को भली प्रकार समझाने के लिए भी अपर्याप्त है, और इन आँकड़ों में यह कमी है कि परिशुद्ध गणना करने की आपेक्षिक नवीनता के कारण एक गहरा संदर्श नहीं मिल पाता। फिर भी, कुछ न्यूनताओं के होते हुए भी भूगोलवेत्ता को जो आँकड़े उपलब्ध हैं वे उसे संसार की वर्तमान जनसंख्या का एक व्यापक चित्र बना लेने, तथा कुछ देशों की जनसंख्या के, जैसे कि ब्रिटेन, बेल्जियम, फ्रान्स, नार्वे, स्वेडन तथा संयुक्त राज्य की अधिक बारीकीपूर्ण संदर्श रूप रेखाएँ बना लेने के लिए पर्याप्त हैं। अन्त में, उसे यह समझ कर संतुष्ट होना चाहिये कि उसके तैयार किये गये मानचित्र उन आँकड़ों से अधिक परिशुद्ध नहीं हो सकते जिन पर वे आधारित हैं।

योग तथा क्षेत्र

जनसंख्या की विवरणियाँ पृथक देशों, बड़ी प्रशासनिक इकाइयों, जैसे कि राज्य, प्रान्त तथा काउन्टी, और छोटी इकाइयों, जैसे कि पैरिश, टाउनशिप तथा कम्यून, के आधार पर बनायी जा सकती हैं। जनसंख्या के उपलब्ध आँकड़ों का गणना क्षेत्र जितना छोटा होगा, जनसंख्या का मानचित्र बिना अनुमान लगाये हुए, उतना ही अधिक परिशुद्ध हो सकता है। अधिकांश जनगणना विवरणियों में प्रत्येक गणन इकाई का क्षेत्रफल दिया जाता है। जनसंख्या के घनत्व का परिकलन करने के लिए, तथा गणनाओं के बीच में गणन इकाइयों की सीमाएँ यदि बदल गयी हों तो उनकी जाँच के लिए यह सूचना आवश्यक है, क्यों कि जब जनसंख्या की वृद्धि की प्रवृत्तियों पर विचार किया जा रहा हो तो जनसंख्या के योगों तथा प्रशासनिक क्षेत्रफलों, दोनों को सम्बन्धित करना होता है। कुछ गणनाओं में आधार-मानचित्र सम्मिलित होते हैं जो विविध गणना इकाइयों की उस समय की सीमाएँ दिखलाते हैं जब गणना की गयी थी। अनेक गणना विवरणियों में ऐसे मानचित्रों का अभाव एक बड़ी गंभीर बाधा

---

1. ऐसे प्रबन्धों के प्रमुख उदाहरण निम्नलिखित हैं : (1) M. Huber, *La Population de la France* (पेरिस 1938) ; (2) J. C. Russell, *British Medieval Papulation* (अलबुकर्क, 1948) ; (3) H. Gille, The Demographic History of the Northern European Countries in the Eighteenth Century', *Population Studies*, अंक 3 (कैम्ब्रिज, 1948-49) ; (4) D. Kirk, *Europe's Population in the Inter-War Years* (जिनीवा, 1946) ; (5) W. S. तथा E. S. Woytinsky, *World Population and Production, Trends and Outlook* (न्यू यार्क, 1953) ; तथा (6) K. Witthauer, *Die Bevölkerung der Erde, Verteilung and Dynamik, Ergänzungsheft Nr.* 265 *zu Petermanns Geographischen Mitteilungen* (गोथा, 1958)। संदर्भ ग्रंथ कार्यों के लिए, *Population Index* देखिये, जिसे प्रिस्टन विश्वविद्यालय के स्कूल आफ़ पब्लिक अफ़ेयर्स का जनसंख्या अनुसंधान कार्यालय तथा पापुलेशन एसोसियेशन आफ़ अमेरिका इनका त्रैमासिक प्रकाशित करते हैं।

होती है; उदाहरण के लिए इंगलैण्ड तथा वेल्स की उत्तरोत्तर गणनाओं में पैरिश के मानचित्रों की अनुपस्थिति के कारण, आलेखन आरंभ कर सकने के पहिले ही, पैरिश की सीमाओं के परिवर्तनों पर बहुत अनुसंधान करना पड़ता है (अ० सं० 49)। कभी-कभी आधार-मानचित्रों को आरेखीय आधार पर बनाना आवश्यक होता है; यह सामान्यत: संभव होता है यदि गणन इकाइयों के क्षेत्रफल ज्ञात हों किन्तु सीमाओं के परिशुद्ध ब्यौरे का अभाव हो।[1] निर्वाचन पंजियों से या फ़ैक्टरी निरीक्षणालय के पंजीयन से प्राप्त हुए आँकड़ों को आलेखित करने के लिए, एक ग्रिड या वर्गों का रेखाजाल एक उपयोगी आधार प्रदान कर सकता है (चित्र 146 भी देखिये)।[2]

सामाजिक संरचना

ग्रामीण तथा शहरी जनसंख्याएँ : मुख्यत: वातावरण की विभिन्नताओं के कारण ग्रामीण समाज का नगरीय समाज के साथ ऐसा स्पष्ट विपर्यास है कि जनसंख्या के विश्लेषण में जनसंख्या विशेषज्ञ इन दोनों में भेद दिखलाने का प्रयास करते हैं। अत: आधुनिक जनगणना में जनसंख्या की विवरणियों को दोहरे आधार पर वर्गीकृत करने के विविध प्रयत्न किये गये हैं।

इस तथ्य पर बल देना आवश्यक है कि ग्रामीण तथा नगरीय जनसंख्या में प्रभेद करने के लिए विभिन्न जनगणना संगठनों के द्वारा विभिन्न कसौटियों का उपयोग होता है और इस प्रथा से प्रकाशित आँकड़ों की तुलना दूषित हो जाती है। फ्रांस, संयुक्त राज्य तथा जापान में संख्यात्मक कसौटी है; इन देशों में क्रमश: 2000, 2,500 तथा 10,000 से कम जनसंख्या वाले समुदायों का वर्गीकरण ग्रामीण में किया जाता है। अत: 9,000 के किसी समुदाय को जापान में ग्रामीण समझा जाता है जब कि फ्रांस तथा संयुक्त राज्य में उसका वर्गीकरण नगरीय में होगा। इसके अतिरिक्त इन देशों में वर्गीकरण का महत्व बहुत गिर जाता है, क्योंकि वे बड़े नगरों के उपान्त पर रहने वाली नगरोपान्त जनसंख्याओं का कोई ध्यान नहीं रखते। इंगलैण्ड तथा वेल्स में ग्रामीण तथा नगरीय जनसंख्याओं में प्रभेद करने की कसौटी इस स्वेच्छ कल्पना पर आधारित है कि ग्रामीण जिलों में जिनका गणन हुआ है वे सब लोग

---

1. उदाहरण के लिए, I. Hustich तथा S. Lindstahl', 'An Area Cartogram of Finland', *Terra*, अंक 68 (हेलसिंकी, 1956) देखिये।
2. एक रोचक प्रयोग के लिए, B. L. C. Johnson. 'The Distribution of Factory Population in the West Midlands Conurbation', *Institute of British Geographers, Transactions and Papers*, Publication सं० 25, पृ० 209-23 (लन्दन, 1958) देखिये।

ग्रामीण जनसंख्या हैं ।[1] सोवियत रूस में समुदाय के आर्थिक कार्य को उसके ग्रामीण लक्षण का एक मापदण्ड माना जाता है, किन्तु इस प्रणाली में भी कुछ अलाभ हैं। संभवतः इस समस्या का सबसे अच्छा हल ब्राज़ील की 1940 की जनगणना में मिलता है, जिसमें ग्रामीण, उपनगरीय, तथा नगरीय जनसंख्याओं की विवरणियाँ, इस कार्य के लिए विशेष रूप से मानचित्रित प्रदेशों के आधार पर बनायी गयी थीं ।

शिक्षा : कुछ समय पूर्व तक जनसंख्या में निरक्षर व्यक्तियों के प्रतिशत को अधिकांश जनगणना विवरणियों में शैक्षणिक स्थिति (status) का अकेला सूचकांक माना गया है। पूर्वी यूरोप के कुछ भागों में, एशिया, भारत, अफ्रीका तथा दक्षिणी अमरीका में, निरक्षरता की विवरणियाँ विशिष्ट प्रदेशों के सामाजिक स्वरूप के मापदण्ड के रूप मे अभी भी महत्वपूर्ण हैं।[2] संयुक्त राज्य की 1940 की जनगणना में अनुसूची में स्कूल-शिक्षा के वर्षों की सख्या पर एक प्रश्न सम्मिलित किया गया था, जिससे जब विवरणियों को प्रजातीय, आयु, लिंग तथा निवास की विवरणियों के साथ द्विक-सारणीकृत (Cross-tabulate) किया गया तो अमूल्य जानकारी उपलब्ध हुई। ऐसा ही एक प्रश्न ब्रिटेन में 1951 की जनगणना अनुसूची में रखा गया था।

गृह दशाएँ (Housing conditions) : इंगलैण्ड तथा वेल्स की कुछ जनगणनाओं में प्रति व्यक्ति कमरों की संख्या से सम्बन्धित सूचना के साथ प्रत्येक पैरिश में मकानों की संख्या का ब्यौरा मिलता है। ऐसे ही आँकड़े यूरोप की अनेक जनगणनाओं के विषय में मिलते हैं, जैसे कि बेल्जियम के विषय में। भविष्य की जनगणनाओं में ऐसे आँकड़ों के बढ़ाये जाने की सम्भावना है, जिससे कि रहने की दशाओं की अन्तर्प्रादेशिक विभिन्नताओं के विश्लेषण में ये विशेष परिच्छेद अमूल्य सिद्ध हो सकें।

लिंग तथा आयु संरचना

अपेक्षाकृत छोटे प्रदेशों में भी, जैसे कि लंकाशायर में, जनसंख्या की लिंग तथा आयु संरचना में बहुत स्पष्ट प्रादेशिक विभिन्नताएँ मिलती हैं, जबकि संसार भर में वे बहुत बड़ी हैं। उदाहरण के लिए, जनसंख्या के वितरण के किसी मानचित्र में किसी प्रदेश क्ष में,

---

1. इसके अतिरिक्त, जैसा कि A. Stevens ने 'The Distribution of Rural Population in Great Britain', Publication सं० 11, पृ० 23-53, *Institute of British Geographers, Transactions and Papers* (लन्दन, 1946 में कहा है, स्वयं ग्रामीण जनसंख्या के अन्दर भी एक और द्विभाजन (dichotomy) है। "भूमि से उत्पादन करने में लगी हुई मूल ग्रामीण जनसंख्या" तथा एक "गौण ग्रामीण जनसंख्या में जो कि अंशतः भूमि के शोषण में सहायक (ancillary) है और अंशतः ग्रामीण समुदाय के कल्याण में कदाचित सहयोग देती है", एक विभेद किया जा सकता है। (पृ० 28)।
2. F. J. Abel तथा N. J. Bond, *Illiteracy in the Several Countries of the World*, (वाशिंगटन, 1929) में एक तुलनीय आधार पर इन आँकड़ों पर क्रमबद्ध विचार करने का प्रयास किया गया था।

उतना ही घनत्व दिखलाई दे सकता है जितना कि किसी प्रदेश **य** में, किन्तु **क्ष** प्रदेश की जनसंख्या अधिकतर वृद्ध व्यक्तियों की हो सकती है जब कि **य** प्रदेश में युवकों की। इस प्रकार से **य** प्रदेश की तुलना में **क्ष** प्रदेश की जनसंख्या में स्त्रियाँ बहुत अधिक हो सकती हैं। स्पष्ट है कि ये विभिन्नताएँ बहुत अर्थपूर्ण होती हैं। ये जनसंख्या के ओज को, संभावित श्रम प्रदाय को, प्रतिस्थापन की शक्ति को, तथा उसके जनसांख्यिकीय इतिहास को इंगित करती हैं और वास्तव में प्रदेश से संबन्धित लगभग प्रत्येक मानव कार्य को प्रभावित करती हैं। आर्थिक तथा सामाजिक नियोजन के क्षेत्र में भी इन विभिन्नताओं की जानकारी महत्वपूर्ण हैं।

सामान्यत: लिंग तथा आयु संरचना से संबन्धित जानकारी को प्रत्येक वर्ष के बजाय पाँच-वर्षीय अवधि के आधार पर दिया जाता है। राष्ट्रीय जनगणना विवरणियों में लिंग तथा आयु सम्बन्धी जानकारी प्राय: बड़े प्रशासनिक विभागों के बारे में दी जाती है, किन्तु न्यूनतम गणन क्षेत्रों के विषय में सदैव नहीं दी जाती ; उदाहरण के लिए ब्रिटिश विवरणियों में नगरीय तथा ग्रामीण जिलों के लिए आँकड़े रहते हैं किन्तु पैरिशों के लिए नहीं रहते।

मानव जातीय (Ethnic) संरचना

प्रजाति : जनसंख्या की प्रजातीय संरचना के आँकड़े जनगणना की विवरणियों के बजाय नृतत्वशास्त्रीय प्रबन्धों में मिलते है। नृतत्व शास्त्रियों के अनुसार प्रजातीय गुणों में निम्नलिखित सम्मिलित हैं : (क) कुछ प्राकृतिक माप[1] जो सिर के स्वरूप का वर्णन करें, प्राय: शिरस्य सूचियों के रूप में व्यक्त करते हुए ; (ख) कद (stature) के माप ; (ग) वर्णकता (pigmentation); (घ) बालों का स्वरूप ; (ङ) जीव सांख्यिकीय (biometrical) माप, जो प्राय: सूचकांकों में व्यक्त किये जाते हैं, जैसे कि कार्ल पियरसन का प्रजातीय समानता का गुणांक' ('Coefficient of racial likeness')[2] तथा (च) शरीर-क्रियात्मक (physiological) विशेषताएँ, विशेषकर रुधिर वर्ग संघटन (blood group composition)।[3]

संसार के कुछ भागों में जहाँ प्रजातियों का मिश्रण हज़ारों वर्षों तक होता रहा है, घटक (constituent) 'शुद्ध प्रजातियाँ' यदि कभी रही भी हों तो उन्हें तत्परता से पहिचाना

---

1. और अधिक विवेचन के लिए, C. S. Coon, *Race of Europe* (न्यू यार्क, 1939) को देखिये।
2. K. Pearson, 'On the Coefficient of Racial Likeness', *Biometrika*, अंक 17, (कैम्ब्रिज, 1926), तथा P. Raymond. *Introduction to Medical Biometry and Statistics* (फ़िलाडेल्फ़िया तथा लन्दन, 1940), जिसका अध्याय 6 सांख्यिकीय प्रदर्शन की आलेखी विधियों के विषय में है।
3. A. Davis, 'The Blood Groups and the Concept of Race', भाग I तथा II, *Sociological Review*, अंक 27, पृ० 19-342, 183-200 (लन्दन, 1935), तथा A. E. Mourant, 'The Use of Blood Groups in Anthropology', *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 1947, अंक 77, पृ० 139-44 (लन्दन, 1951) देखिये।

नहीं जा सकता, और इस कारण से जनगणना की विवरणियों में प्रजातीय विशेषताओं की उपेक्षा कर दी जाती है। अधिकांश यूरोप में यही दशा है। ससार के अन्य भागो में जहाँ देर से बसने के कारण विभिन्न प्रजातीय स्कन्ध उस सीमा तक मिश्रित नहीं हुए है, वहाँ 'प्रजाति' के आधार पर जनसंख्या के योगों की विवरणियों का वर्गीकरण करने का कुछ प्रयत्न किया जाता है। उदाहरण के लिए, संयुक्त राज्य अमरीका की प्रथम 1790 की जनगणना में 'स्वतन्त्र श्वेतों' तथा 'रंगीन दासों' में विभेद किया गया था और 1850 में इस वर्गीकरण को 'मूल निवासी श्वेतों', 'विदेश में उत्पन्न हुए श्वेतो', 'नीग्रो' और 'अन्य प्रजातियों' को सम्मिलित करने के लिए बढ़ाया गया था। 1940 में 'श्वेत' तथा 'अश्वेत' का 'प्रजातीय द्विभाजन' उत्पन्न किया गया था और अश्वेतों को नीग्रो, अमरीकी इन्डियन, चीनी, जापानी, फ़िलीपिनों, हिन्दू, कोरियन, पाली-नेसियन, तथा अन्य एशियाइयों में उपविभाजित किया गया था। इन विभागों में सभी सचमुच प्रजातीय नहीं हैं ; इन्हें सामाजिक-प्रजातीय विभाग कहना अधिक अच्छा होगा। आँकड़ों को ऐसे शीर्षकों में सारणीबद्ध करना उन देशों में अत्यन्त आवश्यक है जहाँ उर्वरता, सामाजिक तथा आर्थिक स्थिति, वरणात्मक प्रवास इत्यादि सभी समस्याएँ जनसंख्या की 'प्रजातीय' संरचना से संबन्धित हों।

राष्ट्रीयताएँ : संसार के विभिन्न भागों में होने वाली बहुत-सी जनगणनाओं में ऐसी विवरणियाँ मिलती हैं जो जनसंख्या की राष्ट्रीय संरचना के विषय में हैं। इनमें जो आंकड़े मिलते हैं वे सभी समान गुण वाले नहीं होते। चूँकि कुछ दशाओं में मानव जातीय समूहों का विशेष सामाजिक या राजनैतिक अर्थ हो सकता है, अतः मानव जातीय समूहों का आकार अक्सर उस समुदाय के पक्ष में भारित होता है जो शासन करता होता है। इसके अतिरिक्त राष्ट्रीय बन्धुताओं की माप करने में प्रयुक्त होने वाली कसौटियाँ एक देश से दूसरे में भिन्न होती हैं। कुछ विषयों में वे 'प्रजाति' पर आधारित हो सकती हैं, या उन विशेषताओं पर जिन्हें प्रजातीय समझा जाता है, जैसे कि त्वचा का रंग। अन्य विषयों में, वर्गीकरण के आधार के लिए जिन परीक्षणों को उपयोग में लाया जा सकता है वे, जन्म का देश, भाषा, धर्म या 'राष्ट्रीयता' हो सकते हैं। ये आँकड़े, जनसंख्या में पाये जाने वाले किसी वर्ग भेद से पृथक, समूह बन्धुताओं का कुछ माप प्रस्तुत करते हैं। कुछ परिस्थितियों में एक ही भाषा बोलने वाले, या एक ही धर्म के, या समान प्रजाति के लोग, परस्पर कार्य कर सकते हैं या किसी एक ही उद्देश्य के प्रति निष्ठा के लिए आपस में बंधे होने की भावना रख सकते हैं। चूँकि मानव जातीय भेद, वर्ग विभेदों के आर-पार होते हैं, इस लिए वे प्रादेशिक सार्थकता रखते हैं जो कि भूगोलवेत्ता के लिए विशेष रुचि का विषय है।

ऐसे आँकड़ों के मानचित्रण में सबसे बड़ी समस्या जो उत्पन्न होती है वह उपयोग में आने वाले आँकड़ों की अविश्वसनीयता तथा जटिलता के कारण है।[1] इसके संग्रह में इतना

---

1. H. R. Wilkinson, 'Ethnographic Maps', *Proceedings, Eighth General Assembly and Seventeenth International Congress, International Geographical Union*, 1952, पृ० 547-55 (वाशिंगटन, तिथिरहित)

अधिक सामाजिक तथा राजनैतिक पूर्वाग्रह आ जाता है, विशेष कर यूरोप के देशों में, कि किसी एक प्रदेश में वितरणों के निष्पक्ष चित्र प्राप्त करने के लिए विशेष विधियों को अपनाना पड़ता है। उदाहरण के लिए, यह अक्सर आवश्यक होता है कि विभिन्न दृष्टि-कोणों को सम्मिलित करने के लिए मानचित्रों की एक श्रेणी तैयार की जाय। भूगोलवेत्ता इससे अधिक कुछ नहीं कर सकता कि उपलब्ध आँकड़ों को आलेखित करे, किन्तु उसे यह निश्चित कर लेना चाहिये कि वे यथासंभव पूर्ण हैं, और सूचना के सभी स्रोतों को भली प्रकार खोज लिया गया है।

व्यावसायिक (Occupational) तथा औद्योगिक संरचना

इसके पहिले कि इन आँकड़ों को मानचित्रित किया जा सके, संवर्गों की संख्या इतनी कम करनी होगी कि वह नियंत्रणीय हो। व्यावसायिक आँकड़ों के भौगोलिक विश्लेषण में सबसे पहिली समस्या यह है कि विचारणीय व्यवसायों का विस्तृत प्रकार है तथा विविध जनगणना विवरणियों में विविध प्रकार के वर्गीकरण किये गये है। व्यावसायिक तथा औद्योगिक जनसंख्या के आँकड़ों के वर्गीकरण तथा सग्रह की समस्याएं, जो कि सभी जनगणना विवरणियों में उभयनिष्ठ हैं, इंगलैण्ड तथा वेल्स की जनगणनाओं को संदर्भित करने से उत्तम प्रकार से समझायी जा सकती हैं।

1801 की प्रथम जनगणना में व्यवसायों के केवल तीन वर्गों में प्रभेद किया गया था। वे इस प्रकार हैं : (क) मुख्यत: कृषि में नियुक्त लोग ; (ख) मुख्यत: व्यापार, वस्तु निर्माण या हस्तशिल्प में नियुक्त लोग ; (ग) अन्य लोग जो दो पिछले वर्गों में नहीं सम्मिलित होते। 1841 में 877 व्यवसायों की सूची बनायी गयी तथा उन्हें सोलह वर्गों में समूहबद्ध किया गया था। 1851 में इस प्रणाली को बढ़ा कर इसमें 17 वर्ग तथा 91 उप-वर्ग रखे गये थे। 1861 में इनका नाम बदल कर आर्डर्स तथा 'सब-आर्डर्स' कर दिया गया, और बाद की सब जनगणनाओं में व्यवसायों की विवरणियों में आर्डर्स की इस प्रणाली को आधार बनाया गया है।[1]

उसी वर्ष, 1861 में, प्रतिवेदन के परिशिष्ट में यह स्पष्ट किया गया कि भविष्य में व्यक्तियों को उनके द्वारा बनायी गयी वस्तुओं की प्रकृति के अनुसार व्यवसायों में वर्गीकृत किया जायेगा। अत: कोई व्यक्ति जिस काम को करता था उसके बजाय उसके उद्योग से तैयार होने वाली जो वस्तु है उस पर वल दिया गया था। यह विभेद एक उदाहरण के द्वारा स्पष्ट हो जायेगा। वाणिज्य लिपिकों का संबन्ध कोयला खोदने, जाहज़रानी, बीमा या अन्य बहुत से कार्यों से हो सकता है। 1861 की योजना में खान खोदने से संबन्धित लिपिकों को खान खोदने में, जहाज़रानी से संबन्धित लिपिकों को जहाज़रानी में और इसी प्रकार से अन्य को वर्गीकृत किया गया था। आगे चल कर यह योजना रूपान्तरित कर दी गयी थी। उदाहरण के लिए, 1881 में विभिन्न उद्योगों से वाणिज्य लिपिकों को अलग कर लिया गया

1. H. R. Wilkinson, 'The Mapping of Census Returns of Occupations•and•Industries', *Geography*, अंक 37, पृ० 37-46 (लन्दन, 1952)।

और एक शीर्षक—**वाणिज्य लिपिक**—के नीचे इनका सारणीयन किया गया। ऐसे रूपान्तरणों में जनगणना विवरणियों के एक सेट के साथ दूसरे की तुलना के महत्व को बहुत घटा दिया गया है। 1881 में प्रभेद किये गये 431 व्यावसायिक विभागों को 1891 तक 347 में संकुचित कर दिया गया, किन्तु 1901 तक इनकी संख्या फिर बढ़ कर 3?2 हो गयी और 1911 में 472।

दोहरा वर्गीकरण : 1921 की जनगणना से पहिले, एक निर्णय लिया गया था कि जिन विवरणियों को पहिले व्यावसायिक कहा जाता था उन्हें व्यावसायिक तथा औद्योगिक नामक दो विभागों में पृथक कर दिया जाय। अतः उस जनगणना में, तथा 1931 वाली में भी, सब नियुक्त व्यक्तियों को दो बार वर्गीकृत किया गया, पहिले वे जिस प्रकार का काम करते थे उसके अनुसार, अर्थात् उनका व्यवसाय, तथा फिर उस उद्योग के निर्मित उत्पाद (product) के अनुसार जिसमें वे काम करते थे। 1921 की **व्यावसायिक सारणियों** (Occupation Tables) में लगभग 30,000 व्यवसायों में प्रभेद किया गया था, जिन्हें 32 आर्डर्स तथा कोई 600 सब-आर्डर्स में वर्गीकृत किया गया और **उद्योग सारणियों** में लगभग 9,000 उद्योगों में प्रभेद किया गया, जिन्हें 21 आर्डर्स तथा 400 सब-आर्डर्स में वर्गीकृत किया गया। दो स्वतन्त्र वर्गीकरण करने के निर्णय से पहिले की व्यावसायिक सारणियों में पायी जाने वाली बहुत-सी असंगतियाँ दूर हो गयीं। फिर भी, नयी व्यावसायिक सारणियाँ पूर्णतः सन्तोषजनक नहीं थीं। 30,000 व्यावसायों को थोड़े से आर्डर्स में संकुचित करने की आवश्यकता ने संग्रह-कर्त्ताओं को विवश कर दिया कि वे अन्त में अपने लक्ष्य के बावजूद अपने वर्गीकरण में प्रक्रियाओं के बजाय उत्पादों पर पुनः लौट जायें। इस समस्या को 1931 के प्रतिवेदन में मान्यता दी गयी, जिसमें कहा गया है : "समूहीकरण के सिद्धान्तों में मूल भेद को पूर्ण रूप में मान्यता न देने के कारण, वर्गीकरण इस प्रकार किये गये हैं कि वे परीक्षण करने पर मुख्यतः औद्योगिक सिद्ध होते हैं यद्यपि उन्हें व्यावसायिक कहा गया है।"

कार्य का स्थान तथा गणन का स्थान : जब व्यवसायों तथा उद्योगों की जनगणना विवरणियों को मानचित्रित किया जा रहा हो तो कार्य के स्थान तथा गणन के स्थान के कुछ दिक्परिवर्तनों (diversions) पर सदैव विचार करना चाहिये। दुर्भाग्यवश, लगभग ये सभी कार्य के स्थान के बजाय गणन के स्थान पर आधारित हैं। जैसा कि ए० स्टीवेन्स सुझाव देते हैं : "जनगणना, वास्तव में, स्वामी भक्तों (lieges) पर अधिक निश्चित रूप से कर लगाने का एक मुख्यतः राजकोषीय (fiscal) प्रावधान है। सही लुंटक सिद्धान्त के अनुसार यह खुली खान को खोजता हुआ उसकी तली (lair) तक पहुँचता है। यदि यह व्यक्ति को उसकी मेज़ या बेंच पर अवस्थित देखे तो यह अनेक प्रकार से एक अधिक उपयोगी जनसांख्यिकीय यन्त्र बन जायेगा।"[1] इंगलैण्ड तथा वेल्स की 1921 की जनगणना में, कार्य के स्थान के आधार पर उद्योगों का कुछ प्रादेशिक ब्यौरा देने का प्रयत्न किया गया था,[2] किन्तु 1931 के प्रतिवेदन में

1. A. Stevens, उ० ग्र० (1946) पृ० 34।
2. *Industry Tables*, सारणी 4।

यह कहा गया था कि, "उद्योग के क्षेत्रीय वितरण को दिखलाने वाली सारणियों के विषय में यह टिप्पणी करनी है कि क्षेत्रीय वर्गीकरण सर्वत्र व्यक्ति के गणन स्थान पर आधारित है और यह सदैव वह स्थान नहीं हो सकता जहाँ उसके व्यवसाय (business) का स्थान स्थित है। 1931 में बाद वाले विषय की जानकारी प्राप्त नहीं की गयी थी, और इसकी अनिवार्य उपेक्षा से कुछ कार्यों के लिए असर्वांगसमता का तत्व उत्पन्न हो सकता है।" अतः यदि उद्योग के स्थान के विश्लेषण में इन आँकड़ों का उपयोग करना हो तो बड़ी सावधानी की आवश्यकता है। भाग्यवश, 1951 तथा 1961 की विवरणियों में काम के स्थान से सम्बन्धित अधिक जानकारी मिलती है किन्तु विस्तृत विवरणियों का फिर भी अभाव है।

समाज-आर्थिक (Socio-Economic) सूचक

जनसांख्यिकीय गुणांक : विभिन्न प्रदेशों में जनसंख्या के दाब की माप करने के लिए बनाये गये सूचक अक्सर जनसंख्या के आँकड़ों की सारणियों के विश्लेषण में उपयोगी होते हैं। इस प्रकार का सरलतम सूचक संभवतः निम्नलिखित सूत्र से मिलता है,

$$C = d\,R$$

जबकि C जनसांख्यिकीय दाब या जनसांख्यिकीय गुणांक को दर्शाता है, d जनसंख्या के घनत्व को और R विशुद्ध पुनरुत्पादन दर को।

यह एक उपयोगी व्यंजक है क्योंकि इसके द्वारा एक ही झलक में ज्ञात हो जाता है कि यदि कोई प्रवास न हो, तथा मृत्यु एवं उर्वरता की वर्तमान दरें अपरिवर्तित रहें तो विभिन्न प्रदेशों में जनसंख्या के भावी घनत्व कितने हो सकते हैं। यह जनसंख्या के दाब के बढ़ने तथा प्रवास की प्रवृत्तियों को समझाने में सहायता देता है और आर्थिक समस्याओं के, तथा राज्यों के बीच में राजनैतिक सम्बन्धों के अध्ययन में भी उपयोगी है। उदाहरण के लिए, चित्र 148-9 में जनसंख्या के यथार्थ घनत्व की एक पीढ़ी बाद, अर्थात् लगभग 25 वर्ष बाद के प्रतिस्थापन घनत्व के साथ तुलना की गयी है। यदि दो या अधिक पीढ़ियों के बाद प्रतिस्थापन घनत्वों का उपयोग किया गया होता तो जनसंख्या के गठन (build-up) में और भी अधिक असाधारण अन्तर मिलते। दो पीढ़ियों की दूरी पर के अन्तर निम्नलिखित होंगे :

$$C = d\,R^2$$

मृत्यु-दर तथा उर्वरता, वास्तव में, बहुत समय तक स्थिर नहीं रहतीं, किन्तु फिर भी ये मानचित्र शिक्षाप्रद हो सकते हैं।

जे० स्मॉलेन्सकी ने इसी प्रकार का एक निम्नलिखित गुणांक निकाला था :[1]

$$C = d\ t$$

जब कि *t* प्रति हजार निवासियों के प्राकृतिक वृद्धि की दर दर्शाता है।

तुलनात्मक घनत्व : जनसंख्या का दाब, जनसंख्या के घनत्व तथा प्रतिस्थापन का शुद्ध फलन (function) नहीं है, क्योंकि जनसंख्या का घनत्व गणन इकाई के कुल क्षेत्रफल पर

---

1. *Congrès International de la Population*, अंक 2, खण्ड A (पेरिस, 1938)।

विचार करके प्राप्त किया जाता है। यह क्षेत्रफल अपने भौगोलिक स्वरूप के अनुसार जनसंख्या का पोषण करने की अपनी क्षमता में भिन्न हो सकता है। अतः इस असंगति को दूर करने के लिए तथा तुलनात्मक घनत्व को चित्र द्वारा समझाने के लिए अधिक परिष्कृत सूचक निकाले गये हैं। निम्नलिखित सूत्र के द्वारा उस प्रकार का सरलतम सूचक व्यक्त होता है।

$$D = \frac{P}{S}$$

जब कि D = तुलनात्मक घनत्व, P = कुल जनसंख्या और S = कुल कृषि योग्य भूमि।

किन्तु कृषियोग्य भूमि स्वयं, स्थिति, मिट्टी तथा अन्य कारकों के अनुसार भिन्न होती है। सभी आशयों पर विचार करना तथा उन्हें एक सरल संख्यात्मक सूचक के रूप में संतोषजनक तरीके से व्यक्त करना एक कठिन कार्य है, विशेषकर इसलिए कि अनुकूलतम जनसंख्या की समस्याएँ अभी तक सुलझी नहीं हैं। तथापि, उपर्युक्त सूचक को कृषि योग्य भूमि की संख्या से भारित करके और परिष्कृत किया जा सकता है।[1]

अन्य गुणांक किसी क्षेत्र की जनसंख्या और उस क्षेत्र की हर प्रकार की आय के परस्पर सम्बन्ध पर बल देते हैं। इस सन्दर्भ में

$$\text{जनसंख्या दाब} = \frac{\text{कुल जनसंख्या}}{\text{कुल आय}}$$

राष्ट्रीय गुणांक के साथ स्थानीय गुणांकों को एक सूचक के रूप में करते हुए प्रादेशिक विभिन्नताओं को मानचित्रित किया जा सकता है, उदाहरण के लिए,

$$\text{सूचक} = \frac{\text{कुल स्थानीय जनसंख्या}}{\text{कुल स्थानीय आय}} \bigg| \frac{\text{कुल राष्ट्रीय जनसंख्या}}{\text{कुल राष्ट्रीय आय}} \times 100$$

ऐसे मानचित्र आन्तरिक प्रवास तथा प्रादेशिक विकास में उपयोगी होते हैं।[2]

प्राकृतिक प्रतिस्थापन

जिस दर से जनसंख्या अपने को प्रतिस्थापित करती है—प्राकृतिक वृद्धि—वह जनसंख्या के अध्ययन में केन्द्रीय तथ्य है। जनसंख्या के प्रतिस्थापन में प्रादेशिक विभिन्नताएँ स्पष्ट रूप से अपनी भौगोलिक सार्थकता रखती हैं, क्योंकि एक अंग्रेजी काउन्टी जैसे आकार

---

1. ऐसा करने की एक विधि की रूपरेखा, P. Vincent, 'Pression Démographique et Resources Agricoles,, *Population*, अंक 1, पृ० 9-19 (पेरिस, 1946) में दी गई है। ए० स्टीवेन्स, उ० ग्र० (1946), ने ग्रेट ब्रिटेन में ग्रामीण जनसंख्या की अवस्थिति के सम्बन्ध में भी इस समस्या पर विचार किया है।
2. S. Trubouchi, 'Population Pressure and Rural-Urban Migration in Japan', *Proceedings of the I. G. U. Regional Conference in Japan*, 1957, पृ० 126-16 (टोकियो, 1959)।

की इकाइयों में भी स्पष्ट अन्तर मिलते हैं। प्राकृतिक वृद्धि की दरें निश्चित करने के लिए, जनगणना की विवरणियों और साथ ही साथ जैव सांख्यिकीय अभिलेखों को देखना आवश्यक है। इन अभिलेखों को अब लगभग सर्वत्र रखा जाता है, किन्तु अपेक्षाकृत थोड़े ही देशों में ये पर्याप्त परिशुद्ध या इतने पूर्ण होते हैं कि जनसंख्या की प्राकृतिक वृद्धि के धरातलीय दृष्य से कुछ अधिक बता सकें। इंगलैण्ड तथा वेल्स में, सिविल पंजीयन का प्रारम्भ 1837 में हुआ था, यद्यपि इस समय से पूर्व पैरिश के पादरियों ने विवाह, जन्म तथा मृत्यु के अभिलेख रखे थे। पंजीयन प्रारंभ हो जाने के बाद भी विवरणियाँ सदैव पूर्ण नहीं थीं। अवैध जन्मों की अक्सर बिल्कुल उपेक्षा कर दी जाती थी, और माता की आयु जैसे महत्वपूर्ण ब्यौरे को अभिलिखित करना अभी थोड़े ही समय पूर्व आरम्भ किया गया है।

अशोधित जन्म-दर को प्राय: उत्पन्न हुए बच्चों की संख्या प्रति हज़ार जनसंख्या में, निम्नलिखित सूत्र से प्राप्त कर व्यक्त करते हैं :

$$\frac{\text{जन्मों की संख्या}}{\text{कुल जनसंख्या}} \times 1{,}000$$

अशोधित मृत्यु-दर को अभी एक सूचक के रूप में व्यक्त करते हैं—निम्नलिखित सूत्र से प्राप्त, मृत्यु की संख्या प्रति हज़ार जनसंख्या :

$$\frac{\text{मृत्यु की संख्या}}{\text{कुल जनसंख्या}} \times 1{,}000$$

यह मृत्यु-दर का बहुत परिष्कृत माप नही है क्योंकि इसके परिकलन में जनसंख्या की आयु तथा लिंग संरचना पर विचार नहीं किया जाता।

प्राकृतिक वृद्धि : जनसंख्या की प्राकृतिक वृद्धि ज्ञात करने के लिए अशोधित जन्म- तथा मृत्यु-दरों का उपयोग किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, 1948 में इंगलैण्ड तथा वेल्स में जन्मदर 17·8 थी ; मृत्युदर 11 थी ; अत: प्राकृतिक वृद्धि की दर थी :

$$17{\cdot}8 - 11 = 6{\cdot}8 \text{ प्रति हज़ार जनसंख्या।}$$

1948 में इंगलैण्ड तथा वेल्स की अनुमानित जनसंख्या 42,750,000 थी और फलस्वरूप प्राकृतिक वृद्धि थी :

$$42{,}750 \times 6{\cdot}8 = 290{,}700$$

मानकीकृत दरें : अशोधित जन्म-दर उर्वरता का एक अच्छा सूचक नही है क्योंकि इसके परिकलन में लिंग तथा आयु संरचना की विभिन्नताओं पर विचार नहीं किया जाता। मानकीकृत जन्म दर, जिसमें एक परिकल्पित मानक जनसंख्या के साथ तुलना करके आयु तथा लिंग की असंगतियों का निष्कोषण कर दिया जाता है, एक अधिक अच्छी माप है।[1] उदाहरण के लिए, संयुक्त राज्य में 1940 की नगरीय तथा ग्रामीण जनसंख्या

1. मानकीकरण के प्रक्रमों का विवेचन, उदाहरण के लिए T. L. Smith, *Population Analysis*, (न्यू यार्क, 1948) मे, और P. R. Cox, *Demography* (कैम्ब्रिज, 1950) में किया गया है।

सं० रा० अमेरिका की जनसंख्या, 1940

	अशोधित जन्म-दरें	मानकीकृत जन्म-दरें
नगरीय	16·8	15·8
ग्रामीण	18·3	19·5

की अशोधित जन्म-दरें उर्वरता की अशुद्ध माप हैं, क्योंकि नगरीय जनसंख्या में स्त्रियों का समानुपात, ग्रामीण जनसंख्या में उनके समानुपात से अधिक था। उपर्युक्त सारणी से यह देखा जा सकता है कि जब इसका ध्यान रखा जाये तो बहुत भिन्न संख्याएँ आती है।

उर्वरता के अनुपात : मानकीकृत दरों का परिकलन, तथापि, कठिन होता है, और जनसंख्या में छोटे बच्चों की संख्या को बच्चा पैदा करने की आयु वाली स्त्रियों की संख्या से सम्बन्धित करके उर्वरता का एक अच्छा अनुमान करने का एक अधिक सरल तरीका है। यह उर्वरता अनुपात सामान्यत: इस प्रकार व्यक्त किया जाता है :

$$\frac{\text{5 वर्ष से कम आयु के बच्चों की संख्या}}{\text{15 से 50 वर्ष आयु की स्त्रियों की संख्या}} \times 1{,}000$$

इस प्रकार से उर्वरता का एक सरल सूचक ज्ञात हो जाता है जिसका मानचित्रण किया जा सकता है। परिकलन के लिए आवश्यक सूचना को विभिन्न जनगणना विवरणियों में अभिलिखित किये गये आँकड़ों से सीधे ज्ञात कर लिया जाता है, और ब्रिटेन के विषय में **रजिस्ट्रार जनरल के द्वारा किये गये जनसंख्या में आयु तथा लिंग के अनुमानों** से ज्ञात किया जाता है। इसके अतिरिक्त इसे पंचवर्षीय सारणियों से निकाला जा सकता है, जिससे परिकलन कम श्रमपूर्ण हो जाता है। अधिकांश यूरोपीय जनगणना विवरणियों में आयु तथा लिंग की सूचना लगभग उन्नीसवीं शताब्दी के मध्य से ही मिलने लगती है-- इंगलैण्ड तथा वेल्स के लिए 1841 से। अत: सौ वर्ष से अधिक की अवधि के उर्वरता अनुपात के वितरण दर्शाने वाले मानचित्र बनाना संभव है।

नेट जनन-दर (Net Reproduction Rate)

कोई जनसंख्या किस दर से अपने को प्रतिस्थापित कर रही है, इसका एक उपयोगी सूचक विशुद्ध जनन दर है, जिसे आर० आर० कुज़िंस्की ने पहिले दिखलाया था।[1] इन्होंने यह बतलाया कि मृत्यु से जन्म की अधिकता प्रतिस्थापन की एक भ्रान्तिपूर्ण माप थी, क्योंकि अनेक देश जिनमें मृत्यु से जन्म की अधिकता थी, वास्तव में अपनी जनसंख्या को प्रतिस्थापित नहीं कर रहे थे। अन्य विषयों में जनसंख्या की वृद्धि केवल इतने से बनी हुई थी कि अधिक आयु के लोग अधिक दिनों तक जीवित रहते थे। कुज़्यिंस्की ने कहा कि यदि एक पूरी पीढ़ी पर निम्नलिखित परीक्षण किया जाता, तभी जनसंख्या के प्रतिस्थापन की प्रभावपूर्ण

1. R. R. Kuczynski, *The Measurement of Population Growth* (लन्दन, 1935)।

माप हो सकती थी। क्या किसी जनसंख्या में उर्वरता तथा मृत्यु-दर ऐसी थी कि एक पीढ़ी को उसके स्थायी प्रभाव में रखा जाय तो वह अपने जीवन काल में इतने बच्चे उत्पन्न कर सकती है कि वे उसका स्थान ले लें? ऐसे परीक्षण को केवल स्त्रियों के जन्म पर विचार करके निकाला जा सकता था। यदि माताओं की एक पीढ़ी अगली पीढ़ी में ठीक अपने बराबर संख्या में माताएँ उत्पन्न करने में सफल हो, तो वह अपने को ठीक-ठीक प्रतिस्थापित करती हुई कही जा सकती है। उदाहरण के लिए, आस्ट्रेलिया की 1920-22 की उर्वरता सारणियाँ यह दर्शाती हैं कि औसत रूप से एक हज़ार माताओं ने अपने बच्चे पैदा करने की कुल अवधि में 1,517 लड़कियों को जन्म दिया था। मृत्यु-दर की सारणियों को देखने से यह ज्ञात होता है कि इनमें से 1,318 के माँ बनने की आशा की जा सकती थी। अतः 1,000 माताओं ने 1,318 भावी माताओं को जन्म दिया था। जनसंख्या अपने को निम्नलिखित अनुपात में प्रतिस्थापित कर रही थी :

$$\frac{1,318}{1,000} = 1{\cdot}318$$

इस दशा में नेट जनन दर 1·318 थी।

प्रतिस्थापन की माप के रूप में नेट जनन दर की सरलता ही उसकी सुन्दरता है। यदि यह इकाई हो तो जनसंख्या अपने को प्रतिस्थापित कर रही है; इकाई से नीचे यह इस कार्य में असफल है और इकाई से ऊपर यह सफलता के साथ ऐसा कर रही है।

पुरुष तथा स्त्री जनन की दरें : जनसंख्या प्रतिस्थापन को केवल स्त्रियों की नेट जनन दर से मापने की आर० आर० कुज़िंस्की की संकलपना की हाल में आलोचना की गयी है, विशेषकर पी० एच० कारनुल के द्वारा।[1] इनका कहना है कि किसी वास्तविक जनसंख्या में दो माप उपलब्ध हैं--क्रमशः स्त्रियों तथा पुरुषों की नेट जनन दरें। लिंग-आयु के वितरण में कोई परिवर्तन, जैसा कि युद्ध के द्वारा हो सकता है, क्रमशः पुरुषों तथा स्त्रियों की दर में उच्चावचन उत्पन्न कर देगा, जिससे कि इनमें से किसी एक को जनसंख्या के प्रतिस्थापन का पर्याप्त रूप में विश्वसनीय सूचक नहीं माना जा सकता, किन्तु दोनों को साथ ही लेना चाहिये।

विवाह मानकीकृत जनन दरें : यदा-कदा बिना अविवाहित महिलाओं पर विचार किये हुए विवाहित जनसंख्या में माप के द्वारा प्रतिस्थापन दरों पर विचार करना उपयोगी हो सकता है।[2] इसके लिए आवश्यक परिकलन कुछ श्रमपूर्ण होते हैं, किन्तु विभेदी उर्वरता दरों के कारणों के विश्लेषण में उपयोगी होते हैं।

---

1. P. H. Karnul, 'The Relations between Male and Female Reproduction Rates', *Population Studies*, अंक 1 (लन्दन, 1947); तथा 'An Analysis of the Sources and Magnitudes of Inconsistencies between Male and Female Net Reproduction Rates in Actual Populations', वही, अंक 2 (लन्दन, 1948-9)।
2. इस कार्य के लिए मानकीकृत नेट जनन दरों के परिकलन की एक विधि की युक्ति, *Report of the Royal Commission on Population* (लन्दन, 1949) में की गयी थी।

1946 की परिवार जनगणना : जहाँ कहीं एक लम्बी अवधि के लिए परिवार के आकार के आँकड़े मिलते हैं, वहाँ उनकी प्रादेशिक विभिन्नताएँ जनसंख्या के प्रतिस्थापन के विषय में सबसे महत्व पूर्ण प्रमाण प्रस्तुत करती हैं। रायल कमीशन ऑन पापुलेशन में आयु-विशिष्ट उर्वरता दरों के रूढ़ विश्लेषण के बजाय 1946 की परिवार जनगणना के परिणाम को जनसंख्या बहिर्वेशन का आधार बनाया गया था। अभाग्यवश आजकल परिवार संरचना तथा परिवार गठन पर बहुत से प्रादेशिक आँकड़े उपलब्ध नहीं हैं, किन्तु ऐसे आँकड़े सम्भवत: भावी गणनाओं में संग्रह किये जायेंगे।

प्रवास तथा संचलन

जनसंख्या की वृद्धि केवल प्राकृतिक प्रतिस्थापन से ही नहीं वरन जनसंख्या के प्रवास से भी प्रभावित होती है। जनसंख्या की विशेषताओं के मापन में जनसंख्या के स्थायी प्रवास पर ही नहीं, वरन् जनसंख्या के संचलन पर भी विचार करना चाहिये। कुछ जनसंख्याएँ स्थायी रूप से संचलित रहती है—मरुस्थल, स्टेप तथा वन के चलवासी लोग, बाल्कन प्रायद्वीप के ब्लाक जैसे भ्रमणशील समूह जिनका संचलन ऋतु-प्रवास की प्रथा से सम्बन्धित है; फ़सल काटने के दिनों में फ्रांस में काम करने वाले इटालियनों जैसे ऋतु सम्बन्धी कर्मी; दैनिक कर्मी जो अपने निवास स्थान तथा कार्य के स्थान के बीच लम्बी दूरियाँ तय करते हैं। जनसंख्या की एक विशेषता के रूप में गतिशीलता आयु संरचना से कम नहीं है, यद्यपि इसे वर्गीकृत करना तथा मापना बहुत कठिन है।

चूँकि जनसंख्या के संचलन बहुत अधिक प्रकार के होते हैं, जिनमें से केवल कुछ ही को राष्ट्रीय अधिकारी-वर्ग अभिलिखित करते हैं, इसलिए इन संचलनों के विषय में सूचना संग्रह करना कठिन है। इन कठिनाइयों की विविध जनसांख्यिकीय प्रबन्धों में विस्तार पूर्वक व्याख्या की गयी है, और उपलब्ध आँकड़ों के मानचित्रण से सम्बन्धित समस्याओं की प्रकृति को समझने के लिए, इनमें से कुछ मुख्य कठिनाइयों को संक्षेप में बतलाने से अधिक यहाँ और कुछ नहीं करना है।

जैव आँकड़ों तथा जनसंख्या योगों की तुलनाएँ

किसी दशक विशेष में जो मृत्यु से जन्म की अधिकता हो उसे दशक के आरंभ में प्रदेश की कुल जनसंख्या में जोड़ कर और इस योग को दशक के अन्त में गणन की गयी वास्तविक जनसंख्या से तुलना करने पर विचाराधीन समय में विशुद्ध प्रवास ज्ञात किया जा सकता है। परिकलन में एक सम्भव त्रुटि उत्पन्न हो सकती है, क्योंकि हो सकता है कि जैव आँकड़े स्वयं शुद्धता से अभिलिखित न किये गये हों और उनकी कमियों के कारण वास्तविक से अधिक प्रवास की दर मान ली जाय। तथापि, अधिकांश कार्यों के लिए, इस विधि से प्राप्त विशुद्ध प्रवास की दर पर्याप्त परिशुद्ध होती है। किन्तु इस जानकारी से यह ज्ञात नहीं होता कि कितना आप्रवास तथा उत्प्रवास हुआ है। विशुद्ध प्रवास शून्य हो सकता है, यद्यपि जनसंख्या के भारी संचलन हुए हों, जो एक दूसरे का प्रतिसंतुलन करते

हों ।[1] जनसंख्या के संचलन में सामान्य प्रवृत्तियाँ दिखलाने के लिए विशुद्ध प्रवास के आँकड़े उपयोगी होते हैं, जैसे कि, देहात से नगर में संचलन या पूर्वी यूरोप से पश्चिमी यूरोप में बृहत् सचलन जो अन्तर्युद्ध काल में हुआ ।

विशुद्ध प्रवास के आँकड़े केवल राष्ट्रीय आधार पर ही नहीं, वरन् कभी-कभी बहुत छोटे प्रदेशों के विषय में भी उपलब्ध होते हैं, जिससे कि वे अन्तर्राष्ट्रीय तथा अन्तर्महाद्वीपीय संचलनों के साथ ही जनसंख्या की आन्तरिक प्रवृत्तियों को निर्धारित करने में भी उपयोगी होते हैं ।

जन्म-स्थान तथा निवास-स्थान : यह सूचना अधिकतर जनगणना की विवरणियों से निकाली जाती है और इसका जनसख्या के स्थानीय तथा अन्तर्राष्ट्रीय दोनों संचलनों को दिखलाने के लिए उपयोग किया जा सकता है । उदाहरण के लिए, संयुक्त राज्य में विदेश से प्रवास को चित्र द्वारा समझाने के लिए जन्मस्थान के आँकड़ों से काम लिया जा सकता है । इन्हें इंगलैण्ड में, दशक प्रति दशक, अन्तर्काउन्टी संचलनों को दिखलाने के लिए भी काम में लाया जा सकता है । जन्म-स्थान के आँकड़ों से जनसंख्या के प्रवास को परिशुद्धता से मापना, वास्तव में, संभव नही है । ये प्रवासियों की प्रकृति को प्रकट नही करते, और न ही ये स्थायी तथा अस्थायी प्रवासियों में प्रभेद करते हैं । उदाहरण के लिए, इंगलैण्ड तथा वेल्स की 1921 की जनगणना जून में की गयी थी, जब बहुत बड़ी संख्या में लोग अवकाश पर थे ; ब्लैक पूल के 1921 के आँकड़े वहाँ पर बड़ा प्रवास दर्शाते हैं जो कि स्वभावत: बहुत अस्थायी था । चूँकि अधिकतर जन्मस्थान के आँकड़े केवल तभी अभिलिखित होते है जब जनगणना होती है, अत: यह संभव है कि जब प्रवास हुआ उसकी परिशुद्ध तिथि ज्ञात की जा सके ।

कुछ ब्रिटिश जनगणनाओं में एक अन्य कमी 'सिविल काउन्टियों' तथा 'रजिस्ट्रेशन काउन्टियो' की अपसारिता से उत्पन्न होती है ; क्योंकि यदा-कदा ही ये दोनों संपाती रही हैं ।[2] इंगलैण्ड और वेल्स की 1851 तथा 1861 की जनगणनाओं की विवरणियों में सारणीबद्ध किये गये आँकड़े यह दिखलाते है कि भौगोलिक या सिविल काउन्टियों में उत्पन्न हुए लोग रजिस्ट्रेशन डिस्ट्रिक्टों तथा काउन्टियों में किस प्रकार वितरित थे । विवरणियों के जटिल प्रादेशिक आधार से उत्पन्न होने वाली इन 'असुविधाओं तथा उलझनों, के अतिरिक्त जन्म-स्थान के आँकड़े सामान्य जनसंख्या संचलन की महत्वपूर्ण सूचना देते हैं । वे विशेषकर ऐतिहासिक भूगोलवेत्ता के लिए बहुत मूल्यवान होते हैं, जिसके पास उस संदर्श

1. M. P. Newton तथा J. R. Jefferey, *Internal Migration : Some Aspects of Population Movements within England and Wales*, General Register Office (लन्दन, 1951) में इस बात पर बल दिया गया है ।
2. पूर्ण विवेचन के लिए, H. C. Darby, 'The Movement of Population to and from Cambridgeshire between 1851 and 1861', *Geographical Journal*, अंक 101, पृ० 118-25 (लन्दन, 1943) देखिये ।

को उपलब्ध कराने के लिए अन्य कोई आँकड़े नहीं होते जो प्रवास की दीर्घ-कालीन प्रवृत्तियों को समझाने के लिए आवश्यक हैं।

यात्री आँकड़ों के अभिलेख : जनसंख्या के प्रवास तथा संचलन का एक अन्य स्रोत यात्रियों के संचलन के विविध अभिलेख हैं। ये अभिलेख मुख्यतः अपेक्षाकृत नवीन हैं, और ये अपनी प्रकृति, परिशुद्धता तथा पूर्णता में एक देश से दूसरे देश में भिन्न होते हैं। ये अभिलेख अधिकतर अन्तर्राष्ट्रीय श्रम कार्यालय जैसे अन्तर्राष्ट्रीय संगठनों के प्रयत्नों के कारण एकरूपता प्राप्त करते जा रहे हैं।[1] इनमें बन्दरगाह के आँकड़े, सीमा-नियंत्रण आँकड़े, गृह तथा कोन्सली (Consular) अधिकारियों के द्वारा दिये गये पंजीयन कूपनों से संग्रह किये गये आँकड़े, परिवहन एजेन्सियोंके द्वारा बेचे गये टिकटों पर आधारित सूचना, तथा पारिपत्र के आँकड़े इनमें सम्मिलित हैं। कुछ विषयों में जनसंख्या के संचलनों के स्थानीय पंजीयन की प्रथा है और ऐसे अभिलेख उपलब्ध हैं। स्वाभाविक है कि ये आँकड़े जनसंख्या के अन्तर्राष्ट्रीय तथा अन्तर्महाद्वीपीय संचलन के मापन में सर्वाधिक उपयोगी हैं।

जनसंख्या के आन्तरिक संचलनों से सम्बन्धित आँकड़ों का संग्रह करने में अनेक कठिनाइयाँ हैं। यूरोप के कुछ देशों में, ऐसी स्थानीय पंजियाँ रखने का प्रयत्न किया जाता है जिनमें उन व्यक्तियों का विवरण होता है जो किसी विशेष प्रशासनिक क्षेत्र से बाहर जाने के कारण अपने पते में स्थायी परिवर्तन करते हैं।

जनसंख्या का दैनिक संचलन : इंगलैण्ड और वेल्स की 1921 की जनगणना में गणन की गयी जनसंख्या के विषय में कार्य करने के स्थान तथा गणन के स्थान दोनों का अभिलेख किया गया था। विवरणियों को **कार्य-स्थान** नामक एक पृथक ग्रन्थ में प्रकाशित किया गया था, और वे कार्य तथा निवास के बीच जनसंख्या के दैनिक संचलन से सम्बन्धित उपयोगी आँकड़े प्रस्तुत करते हैं।

जनसंख्या की लिंग और आयु संरचना को भी जनसंख्याओं के संचलन की सूचना प्रकट करने के काम में लाया जा सकता है। उदाहरण के लिए, यदि आयु की वृद्धि के साथ लिंगों का संतुलन अधिक असमानुपातिक होता है तो विचाराधीन प्रदेश में या उसके बाहर की ओर संभवतः लिंग-वरणात्मक प्रवास होता रहा है।

जनसंख्या के संचलन के विषय में सूचना के अनेक **विविध स्रोत** होते हैं। स्थानीय यात्री सेवाएँ प्रायः अभिलेख रखती हैं, समय-समय पर सड़क सम्बन्धी जनगणनाएँ हुआ करती हैं, और रेल कम्पनियाँ परिवहन किये गये यात्रियों की विवरणियाँ प्रस्तुत किया करती हैं। किन्तु इन विविध आँकड़ों का संग्रह करना कठिन है और ये किसी एक समय पर संचलन का अक्सर केवल एक अपूर्ण चित्र प्रस्तुत करते हैं। जनसंख्या के संचलन के ऐतिहासिक अध्ययनों का एक रोचक स्रोत पैरिश विवाह पंजियाँ हैं, जो पैरिशों के बीच संचलनों का

---

1. United Nations, *Problems of Migration Statistics* (न्यू यार्क 1951)।

यथोचित यादृच्छिक चयन प्रस्तुत करती हैं जिनके विषय में जनगणना विवरणियाँ कोई भी सूचना नहीं देतीं।[1]

जनसंख्या की वृद्धि (Population Growth)

किसी प्रदेश में समय की किसी अवधि में हुई जनसंख्या की वृद्धि या ह्रास, विचाराधीन समय में वहाँ हुए प्राकृतिक प्रतिस्थापन तथा विशुद्ध आप्रवास के योग के बराबर है। जिन प्रदेशों में प्राकृतिक प्रतिस्थापन अधिक हो उनमें भारी उत्प्रवास होने पर जनसंख्या का वास्तविक ह्रास अथवा इसके विपरीत पाया जा सकता है। जनसंख्या की वृद्धि अक्सर आर्थिक परिस्थितियों से सम्बन्धित होती है, किन्तु ऐसा सदैव नहीं होता। जनसंख्या की वृद्धि के चक्र सम्बन्धी मालथस के मूल सिद्धान्त में यह सम्बन्ध व्यक्त किया गया था। जन-सांख्यिकीय अध्ययनों के क्षेत्र में इसने जितना अधिक विवाद उत्पन्न किया है उतना अन्य किसी ने नहीं किया। किसी प्रदेश में जनसंख्या की वृद्धि चाहे धनात्मक हो या ऋणात्मक, निस्संदेह उस प्रदेश में उपस्थित वातावरण की संभावनाओं के प्रति मनुष्य की अनुक्रिया को अवश्य ही प्रतिबिंबित करती है। इसके अतिरिक्त जनसंख्या की वृद्धि के पिछले व्यवहार के द्वारा प्रस्तुत प्रमाण से ही जनसंख्या वृद्धि की भावी प्रवृत्तियों का अनुमान किया जा सकता है।

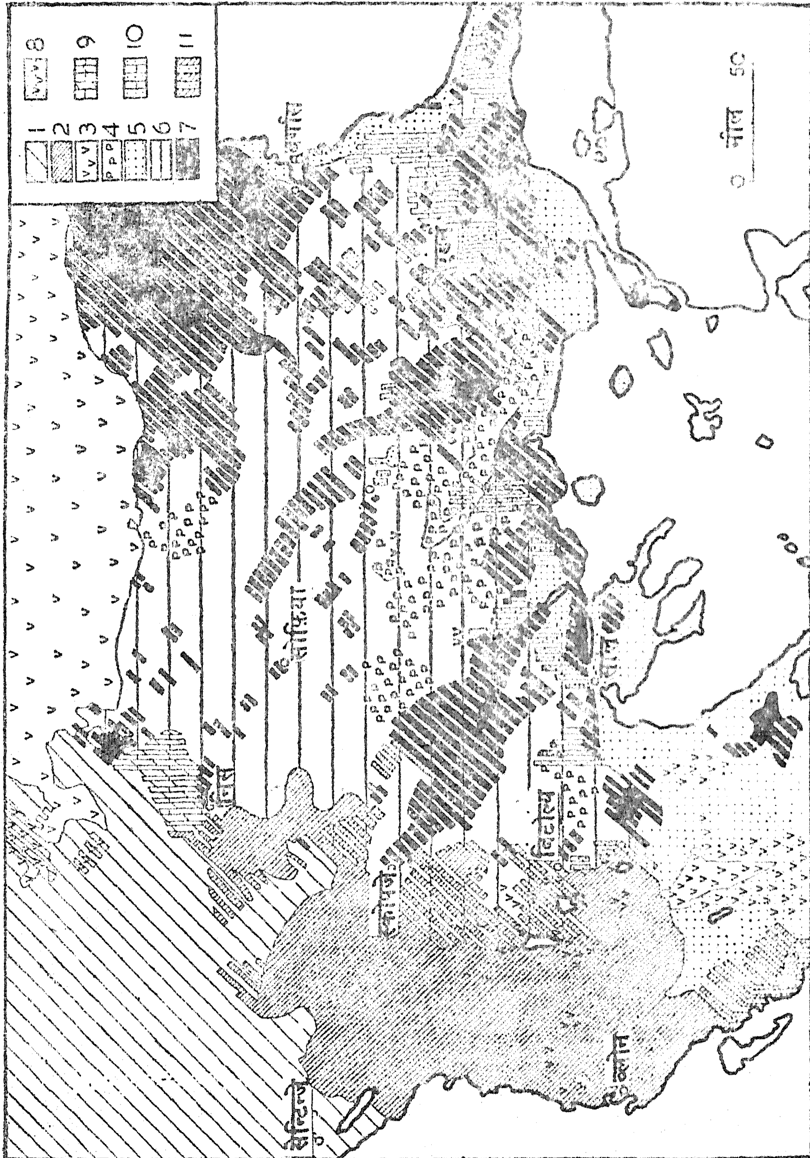
जनसंख्या वृद्धि की गतिकी एक प्रदेश से दूसरे में काफ़ी भिन्न होती है। वृद्धि का स्वरूप स्थिरतापूर्ण, दीर्घकाल तक सतत वृद्धि वाला हो सकता है, उसमें एक दशक से दूसरे में विस्तृत उच्चावचन हो सकता है, उसमें त्वरित या मंदित दर दिखलाई पड़ सकती है, अथवा वह एक शिखर पर पहुँच कर फिर घट सकती है। यदि पर्याप्त आँकड़े उपलब्ध हों और गणन इकाइयों की सीमाएँ, जिन पर विवरणियाँ आधारित हैं, एक जनगणना से दूसरी में बहुत भिन्न नहीं रहीं हैं तो जनसंख्या की वृद्धि तथा वृद्धि की दरों को सहनीय परिशुद्धता के साथ आलेखित किया जा सकता है।

अमात्रात्मक मानचित्र

जनसंख्या के बहुत थोड़े मानचित्र अमात्रात्मक होते हैं किन्तु जनसंख्या की व्यावसायिक तथा मानव-जातीय संरचना के कुछ लक्षणों को अमात्रात्मक तरीकों से दिखलाया जा सकता है। मानव जातीय संरचना के वितरण से सम्बन्धित मानचित्रण की ऐसी प्रवृत्तियों के दो उदाहरणों पर विचार किया जायेगा।[1]

---

1. A. Constant, 'The Geographical Background of Inter-Village Population Movements in Northamptonshire and Huntingdonshire, 1754-1943', *Geography*, अंक 33, पृ० 78-88 (लन्दन, 1948)।
2. मानव जातीय मानचित्रण के विधि-तंत्र (methodology) के और पूर्ण विवेचनों के लिए, देखिये : (1) H. R. Wilkinson, उ० ग्र० (1952) ; (2) W. Krallert, 'Methodische Probleme der Völker-und Sprachen-Karten', *International Yearbook of Cartography*, अंक 1, पृ० 99-120 (लन्दन, 1961) ; (3) S. I. Bruk, 'Basic Methodological Problems in Ethnic Mapping', *Soviet Geography, Review and Translation*, अंक 3, पृ० 32-4 (वाशिंगटन, डी० सी०, अप्रैल, 1962)।



चित्र 138—मानव-जातीय वितरणों का एक रंगारेखी मानचित्र

H. R. Wilkinson, *Maps and Politics : A Review of the Ethnographic Cartography of Macedonia* (लिवरपूल, 1951) पर आधारित ।
यह मानचित्र 1878 में के० सैक्स द्वारा संग्रहित एक मानचित्र पर आधारित बाल्कन प्रायद्वीप में मानव जातीय समूहों के वितरण को दिखलाता है ।

की में दिये गये संदर्भ निम्नलिखित हैं—(1) सर्बो-क्रोट; (2) अल्बानियन;

रंगारेखी प्रविधि

जैसाकि अधिकांश मानचित्रावलियों में मिलता है, सबसे अधिक प्रचलित प्रकार का मानव जातीय मानचित्र वह है जिसमें किसी क्षेत्र को जनसंख्या की वृहत् मानव-जातीय बंधुता के अनुसार छायाकृत किया जाता है। इन मानचित्रों की लोकप्रियता, राजनैतिक भूगोल के क्षेत्र में इनके प्रयोग का फल है। ऐसे मानचित्र सामान्यत: जनसंख्या का घनत्व नहीं बतलाते, यद्यपि घनत्व के मानचित्रों पर वितरणों को अधिमुद्रित करने के प्रयास किये गये हैं।[1] फिर भी, वे स्पष्ट हैं और मानव जातीय विभाजकों का सीमांकन प्रभेदक है, जो कि वास्तव में क्षेत्र पर जैसा है उससे भी अधिक स्पष्ट है। किन्तु ऐसे मानचित्रों पर जनसंख्या के मिश्रण को दिखलाना अन्योन्य अंकों का उपयोग करके भी कठिन है (चित्र 138) और नगरों की जनसंख्या के लिए अतिरिक्त प्रतीकों को सम्मिलित करके भी। इसके अतिरिक्त ये मानचित्र सामान्यत: वितरणों को अति सरल कर देते हैं; बड़े क्षेत्रों को छायाकृत करके यह दिखलाया जा सकता है कि वहाँ पर एक मानव जातीय समूह की जनसंख्या एक व्यक्ति प्रति वर्ग किलोमीटर से कम है जबकि एक अन्य समूह को दिखलाने के लिए सघन जनसंख्या वाले छायाकृत क्षेत्र इतने छोटे हो सकते हैं कि उन पर ध्यान न दिया जाय। भिन्न प्रकार के छायाकरणों को विशेषकर यदि लाल रंग का उपयोग हुआ हो, सामान्य रूप से भारित करने का कार्य आँख के लिए विशेष रूप से कठिन है; लाल रंग सदैव उससे अधिक सघन वितरण का प्रभाव उत्पन्न करता है, जितना यदि बैंगनी या पीला रंग प्रयोग किया जाता तो मिलता।

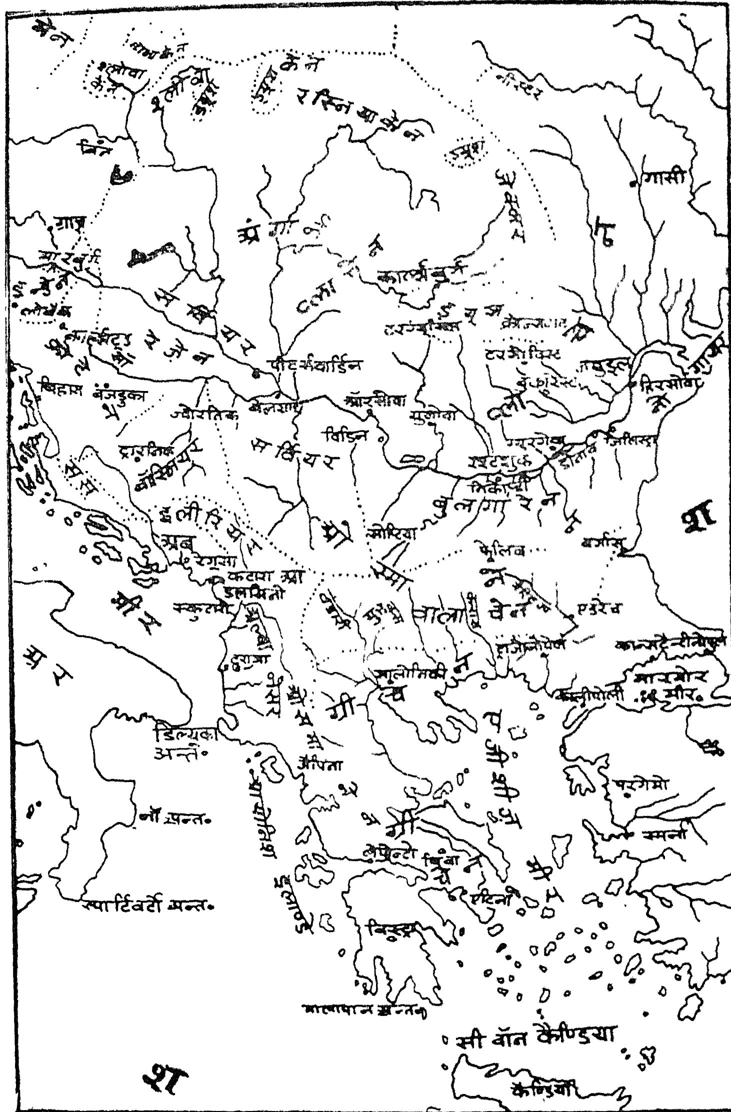
अन्तर्लेख (Inscription)

सबसे प्राचीन मानव जातीय मानचित्रों में, जैसा कि चित्र 139 में दिखलाया गया है, वितरणों को दर्शाने की समस्या को एक अशोधित किन्तु प्रभावपूर्ण ढंग से सुलझाया गया था। मानव जातीय समूहों के नामों को उन क्षेत्रों पर लिख दिया गया था, जिनसे वे सम्बन्धित थे; बहुसंख्यक जनसंख्याओं को बड़े अक्षर से तथा अल्प संख्यक को छोटे अक्षरों से दिखलाया गया था। यह विधि आज भी उपयोग में लायी जा रही है, जैसा कि अफ्रीका के क्षेत्रों में जनजातीय वितरणों को दिखलाने के लिए किया जाता है। इसमें जनसंख्या के घनत्व की सूचना नहीं मिलती, यद्यपि जनसंख्या के घनत्व के मानचित्रों पर

1. A. Haberlandt, 'Karte der Völker Europas nach Sprache und Volksdichte,' 1:3,000,000 (वियना, 1927)।

(3) रूमानियन; (4) पोमक; (5) ग्रीक; (6) ऐग्जार्क बलगेरियन; (7) सरकेसियन, तातार, तुर्क तथा तुर्कोमन; (8) ग्रीको-व्लाक; (9) सर्बो-बलगेरियन; (10) ग्रीको बलगरियन; (11) ग्रीको-अलबानियन।

मानव-जातीय समूहों के मिश्रण तथा संक्रमण प्रकार दोनों को दिखलाने के लिए 'अन्यान्य अंकों' के उपयोग पर ध्यान दीजिये। मूल मानचित्र रंगीन था किन्तु प्रभेदी छायाकरण का चयन करके इस काले एवं सफ़ेद में व्यक्त कर दिया गया है।



चित्र 139 — मानव जातीय वितरणों का एक अन्तर्लिखित मानचित्र
H. R. Wilkinson, उ० ग्र० (1951) पर आधारित ।

यह, 1821 में प्रकाशित, यूरोप के निवासियों के वितरण को दिखलाने वाले एफ० ए० ओ' एज्रेल के मानचित्र का एक भाग है । अपेक्षाकृत बहुमत वाले मानव जातीय समूहों को बड़े अक्षरों से तथा अल्पसंख्यकों को छोटे अक्षरों से दिखलाया गया है ।

ऐसे नामों को लिखा जा सकता है, और न ही यह जटिल मानव जातीय संरचना का पर्याप्त शुद्धता के साथ प्रभाव उत्पन्न करता है, जब कि समूहों के अन्तर्मिश्रण को आलेखित करना हो। यह घटक समूहों के तुलनात्मक परिमाणों को चित्रित नहीं होने देता, और विशिष्ट समूहों की सीमाओं का परिशुद्ध प्रभाव उत्पन्न करने में भी असफल रहता है।

वर्णमात्री मानचित्र

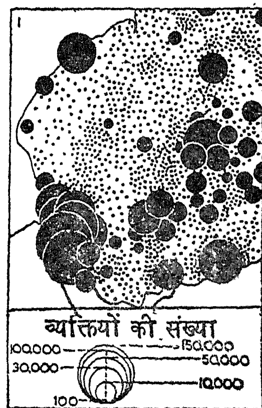
यदि सममान रेखा जलवायुविज्ञानी का मुख्य यंत्र है तो वर्णमात्री को जनसंख्या के वितरण सम्बन्धी पहलुओं के मात्रात्मक प्रदर्शन में मानव भूगोलवेत्ता का मुख्य यंत्र कहा जा सकता है। अतः इस परिच्छेद में वर्णमात्री मानचित्रों के विवरण को प्राथमिकता दी गयी है, और उन्हें अन्य मात्रात्मक विधियों से अधिक विस्तार के साथ बतलाया गया है।

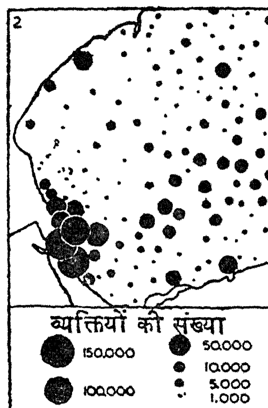
जनसंख्या का घनत्व

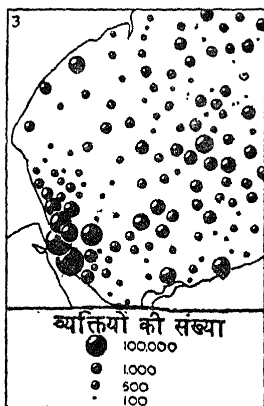
घनत्व का सही प्रभाव उत्पन्न करने के लिए, गणन के क्षेत्रों के क्षेत्रफलों पर जनसंख्या के साथ ही विचार करना आवश्यक है। घनत्व को सामान्यतः भूमि के एक दिये हुए क्षेत्र के साथ व्यक्तियों की एक दी हुई संख्या के अनुपात में व्यक्त किया जाता है जैसे कि बीस व्यक्ति प्रति वर्ग मील। कुछ कार्यों के लिए इसे व्यक्तियों की एक दी हुई संख्या के साथ एक दिये हुए क्षेत्रफल के अनुपात के रूप में व्यक्त किया जा सकता है, जैसे कि चार एकड़ प्रति व्यक्ति (चित्र 144)।

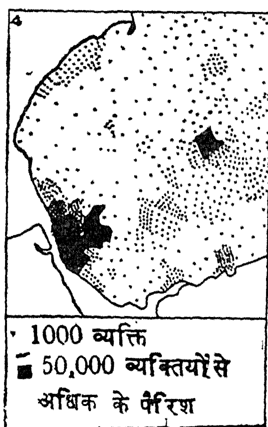
इंग्लैण्ड तथा वेल्स की 1891 की जनगणना के आधार पर दक्षिण-पश्चिमी लंकाशायर में उस वर्ष की जनसंख्या के वितरण के एक विशेष उदाहरण पर विचार करके घनत्व मानचित्रों के बनाने की समस्या को स्पष्ट किया जा सकता है (चित्र 140-45)। गणना के क्षेत्रफलों की सावधानीपूर्ण जाँच के द्वारा तथा आधार मानचित्र के आँकड़ों से तुलना करके प्रत्येक पैरिश में जनसंख्या के घनत्व के परिकलन में बड़ी त्रुटियाँ बचायी जा सकती हैं। चूँकि जनगणना की विवरणियाँ प्रत्येक पैरिश के लिए जनसंख्या तथा क्षेत्रफलों के योगों को बतलाती हैं, इसलिये इन संख्याओं का प्रत्येक पैरिश में व्यक्ति प्रति वर्ग मील में समानयन करना आवश्यक था और एक प्रबन्ध का उपयोग किया गया था (देखिये पृ० 36)।

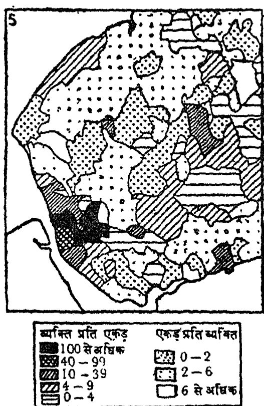
जब घनत्वों का परिकलन कर लिया गया तो यह स्पष्ट हो गया कि चूँकि एक सीमित प्रकार का छायाकरण व्यावहारिक था इस लिये मानचित्र पर जनसंख्या के घनत्व के केवल कुछ ही संवर्गों को दिखलाया जा सकता था। चूँकि इन्हें लगभग आधे दर्जन संवर्गों में बाँटना था इसलिए चुनाव में सावधानी रखनी पड़ी थी, जिससे कि घनत्व के महत्वपूर्ण मानों को पूरा भार दिया जा सके (चित्र 144)। यह निश्चित करने के लिए कि घनत्व में महत्वपूर्ण विभिन्नताएँ ध्यान से छूट न जायें, एक परिक्षेपण आरेख सहायक हुआ। यह ध्यान रखना चाहिये कि जनसंख्या के वितरण के कुछ पहलुओं को अधिक अच्छी तरह से चित्र द्वारा समझाया जा सकता है, यदि प्रादेशिक अन्तरों को औसत राष्ट्रीय घनत्व के साथ विचलनों के रूप में व्यक्त किया जाय। घनत्व के बड़े परिसरों के द्वारा


1
व्यक्तियों की संख्या
100,000
150,000
30,000
50,000
10,000
100


2
व्यक्तियों की संख्या
150,000
100,000
50,000
10,000
5,000
1,000


3
व्यक्तियों की संख्या
100,000
1,000
500
100

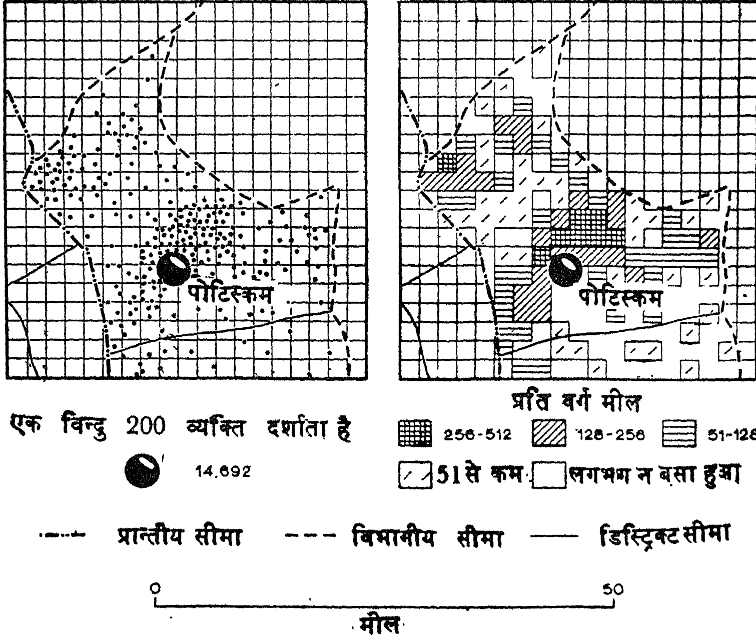

4
1000 व्यक्ति
50,000 व्यक्तियों से
अधिक के पैरिश


5
व्यक्ति प्रति एकड़
100 से अधिक
40 – 99
10 – 39
4 – 9
0 – 4
एकड़ प्रति व्यक्ति
0 – 2
2 – 6
6 से अधिक


6
आधार-मानचित्र
पैरिश सीमाएं, 1891
10 मील

प्रस्तुत समस्या को यह विधि पूर्णतः नहीं सुलझाती, किन्तु जनसंख्या के संकेन्द्रणों को चित्रित करने में इसका विशेष महत्व है।[1]

आर० एम० प्रॉथेरो ने विन्दु मानचित्र पर ग्रिड अध्यारोपित करके एक विन्दु वितरण मानचित्र को जनसंख्या के घनत्व मानचित्र में बदलने की एक उत्तम विधि का सुझाव दिया



चित्र 146—नाइजीरिया में पोटिस्कम के पास जनसंख्या का वितरण
R. M. Prothero, 'Problems of Population Mapping in an Under-developed Territory (Northern Nigeria)', *Nigerian Geographical Journal*, अंक 3, इबादान, (1960) पर आधारित।
ग्रिड में का प्रत्येक वर्ग चार वर्ग मील (10 वर्ग किलोमीटर) दर्शाता है।

1. A. Hoffman, 'India : Main Population Concentrations,' *Geographical Iournal*, अंक 111, पृ० 89-100 (लन्दन, 1948)।

चित्र 140-5—जनसंख्या के वितरण को दिखलाने वाली विपर्यासी प्रविधियाँ
आँकड़ों का स्रोत : *Census of England and Wales*, 1891, अंक 1 (लन्दन, 1893)।

ये मानचित्र केवल दक्षिण-पश्चिमी लंकाशायर में जनसंख्या का वितरण दिखलाते हैं। (**1**) में विन्दुओं तथा समानुपातिक वृत्तों का उपयोग किया गया है; (**2**) में केवल समानुपातिक वृत्तों का उपयोग किया गया है और 'की' के स्वरूप तथा समानुपातिक मापनी को बदल दिया गया है; (**3**) में समानुपातिक वृत्तों का उपयोग हुआ है; (**4**) एक रूपांतरित विन्दु मानचित्र है; और (**5**) एक सरल वर्णमात्री मानचित्र है। प्रत्येक मानचित्र के लिए एक से आँकड़ों का उपयोग किया गया है।

है। प्रत्येक वर्ग में विन्दुओं को गिना जा सकता है और उसके अनुसार मानचित्र को छाया-कृत किया जा सकता है (चित्र 146)। यह विधि तभी उपयोगी हो सकती है जब पहले विन्दुओं को सावधानी पूर्वक अवस्थापित किया गया हो। नगरीय जनसंख्या का घनत्व दिखलाने के लिए इसका भली प्रकार उपयोग किया जा सकता है।

घनत्वों को निश्चित कर लेने पर उनको दर्शाने के सबसे प्रभावपूर्ण तरीके रेखा-छायांकरण या रंग-वाश हैं; छायाकरण की समस्या का ऊपर विवेचन किया गया है (पृ० 38)। जनसंख्या के वितरण के सम्बन्ध में, घनत्व के बढ़ने को सफ़ेद से काले के समानयन (graduation) द्वारा बतलाने का जो रूढ़ प्रभाव है वह इतनी दृढ़ता से स्थापित हो चुका है कि रंग के उपयोग से कदाचित ही कोई लाभ हो सकेगा (चित्र 148)।

जन घनत्वमितिक (Dasymetric) **प्रविधि** : ऐसा हो सकता है कि एक दिये हुए प्रदेश के आँकड़े एक स्थान से दूसरे स्थान तक घनत्व की विभिन्नताओं का एक विस्तृत चित्र प्रस्तुत करने के लिए पर्याप्त पूर्णता वाले न हों, जैसा कि जब बहुत बड़े प्रशासनिक विभागों के लिए विवरणियाँ बनायी जाती हैं तब होता है। ऐसी स्थिति में यदाकदा यह आवश्यक हो सकता है कि एक मानचित्र पर दिये हुए वितरण की उन बारीकियों को निश्चित किया जाय जो वास्तव में विवरणियों में नहीं दी गयी हैं।[1] या, यदि विवरणियाँ पैरिश के आधार पर बनाई गयी हों तो भी कुछ कार्यों के लिए यह वांछित हो सकता है कि "हम अपने को प्रशासनिक सीमाओं के अनुचित बंधन से मुक्त करें [···] तथा इस प्रकार उस बेतुके चार खानेदार प्रतिरूप से बचें, जो कि जनसंख्या के वितरण मानचित्रों में प्रायः मिलता है [···]।"[2] इस प्रकार के कार्य के लिए पहिले तो विचाराधीन प्रदेश के धरातलीय तथा भूमि उपयोग मानचित्रों को देखना आवश्यक है और फिर इन मानचित्रों से भाबर भूमि, कच्छ, अजोत आदि जैसे क्षेत्र चुने जायें जिन पर कोई बस्ती नहीं मिलती, और दूसरे बस्ती-प्रतिरूपों के द्वारा बतलाये गये बस्ती-क्षेत्रों को सीमांकित करना आवश्यक है। इन क्षेत्रों को आधार मानचित्र पर अध्यारोपित करना चाहिये। इनके क्षेत्रफलों का परिकलन भी करना चाहिये। उदाहरण के लिए, मान लीजिये कि प्रत्येक प्रशासनिक इकाई के विषय में उपलब्ध जानकारी इस प्रकार है :

	जनसंख्या	कुल क्षेत्रफल
बिना बस्ती के क्षेत्र	अज्ञात	80 वर्ग कि० मी०
माध्यमिक क्षेत्र	अज्ञात	60 वर्ग कि० मी०
घने बसे क्षेत्र	अज्ञात	10 वर्ग कि० मी०
प्रशासनिक विभाग	60,000	150 वर्ग कि० मी०

1. J. K. Wright, 'A Method of Mapping Densities of Population with Cape Cod as an Example', *Gegoraphical Review,* अंक 26, पृ० 103-110 (न्यू यार्क, 1936)।
2. A. Stevens, पृ० 49, उ० ग्र० (1946)।

पूरी इकाई का माध्य जनसंख्या घनत्व 400 व्यक्ति प्रति वर्ग किलोमीटर है। तथापि, यदि बिना बस्ती वाले क्षेत्रों को जनशून्य मान लिया जाय तो, माध्यमिक तथा घने-बसे क्षेत्रों में निम्नलिखित जनसंख्या के घनत्व की आशा की जा सकती है :

$$\frac{60,000}{60+10} = 857 \text{ व्यक्ति प्रति वर्ग कि॰ मी॰}$$

जनसंख्या के ये नये मान क्रमश. 0 तथा 857, एक समान घनत्व 400 की अपेक्षा जनसंख्या के वितरण का अधिक परिशुद्ध तथा विस्तृत चित्र प्रस्तुत करेंगे। परिकलन को एक कदम आगे बढ़ाया जा सकता है और माध्यमिक तथा घने-बसे क्षेत्रों के जनसंख्या घनत्वों का तर्कपूर्ण अनुमान किया जा सकता है।

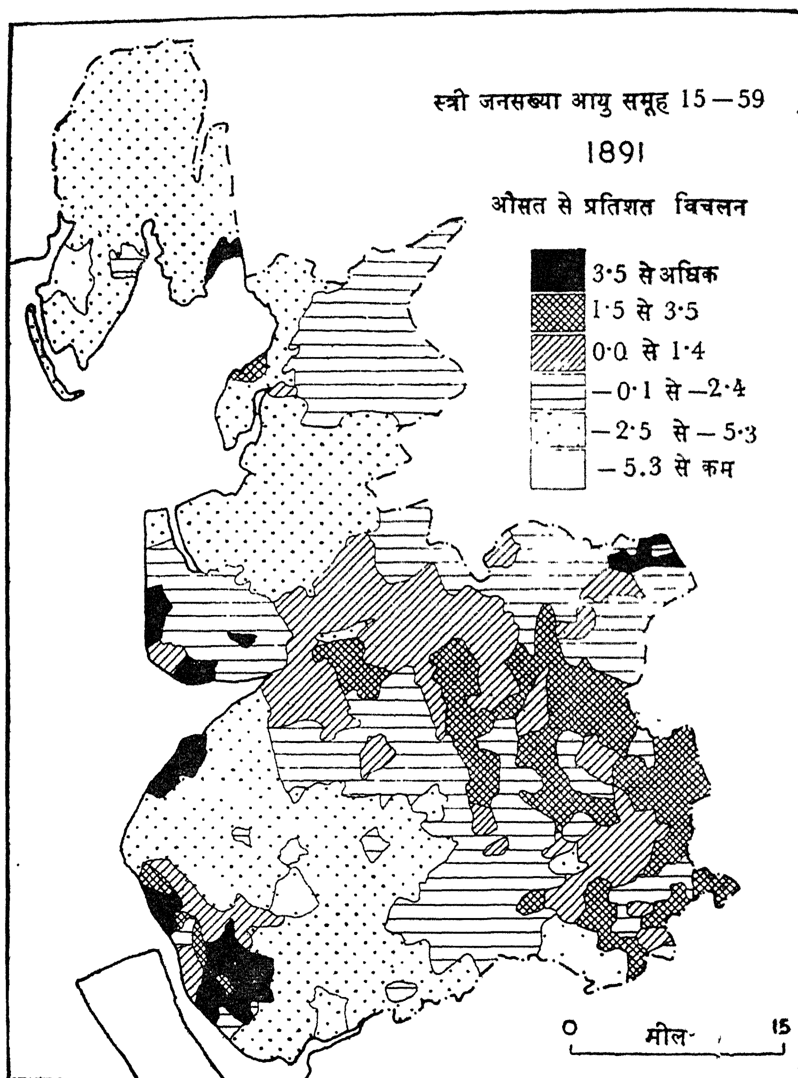
ए॰ गेडिस ने बंगाल की जनसंख्या के विश्लेषण में इन तरीकों का उपयोग किया था,[1] जिसका कारण यह नहीं था कि और छोटी इकाइयों के आँकड़े उपलब्ध नहीं थे, बल्कि यह कि उनका उपयोग करने में जो श्रम लगता था वह अत्यधिक था। इसके अतिरिक्त इन्हें जनसंख्या का 'भौगोलिक' वितरण प्रशासनिक सीमाओं के बजाय भूमि-उपयोग के साथ दिखलाना था। अत: इन्होंने सांख्यिकीय तथा धरातलीय सूचना को इस प्रकार सम्बन्धित किया कि वन तथा कृषित भूमि जैसे विभिन्न संवर्गों की भूमि के लिए जनसंख्या के घनत्व प्राप्त हो जायें। इनके अन्तिम घनत्व जनसंख्या में पाये जाने वाले व्यक्तियों के 'दैनिक जीवन में इकाई क्षेत्र' से प्रत्यक्ष सम्बन्धित थे। इन घनत्वों को प्राप्त करने के लिए प्रयुक्त सूत्र ध्यान देने योग्य है। यदि किसी A क्षेत्रफल वाली किसी प्रशासनिक इकाई में जनगणना की जनसंख्या विवरणी P है, तो सांख्यिकीय घनत्व P/A होगा। यदि जनसंख्या का वन तथा कृषित भूमि में पुन: वितरण करना है तो इसका यथोचित अनुमान करना चाहिये कि वन निवासियों की संख्या (P_1) कितनी है तथा भूमि-उपयोग के मानचित्रों से परिकलित वन का क्षेत्रफल (A_1) कितना है। कृषित भूमि पर रहने वाली बची हुई जनसंख्या $P-P_1$ होगी तथा कृषित भूमि का क्षेत्रफल $A-A_1$ होगा। कृषित भूमि पर जनसंख्या का घनत्व होगा :

$$\frac{(P-P_1)}{(A-A_1)}$$

इस विधि के अनेक प्रयोग हैं, जैसे कि इसे भाबर भूमि तथा घाटी के बीच या नगरों के निर्मित क्षेत्र एवं प्रकीर्ण ग्रामीण बस्तियों के बीच जनसंख्या का घनत्व ज्ञात करने के लिए प्रयोग किया जा सकता है।[2]

1. A. Geddes, 'The Population of Bengal, its Distribution and Changes : A Contribution to Geographical Method', *Geographical Journal*, अंक 89, पृ॰ 344-68 (लन्दन 1937)।
2. *Great Britain, Population Density*, 1931, मिनिस्ट्री आफ़ टाउन ऐण्ड कन्ट्री प्लानिंग द्वारा संग्रहित, पत्रक 2, 1 : 625,000 (ऑर्डनेन्स सर्वे, साउथैम्पटन, 1944) देखिये।

जहाँ जनसंख्या की दाब को कृषि भूमि की उपलब्धता के रूप में दिखलाना वांछित हो वहाँ पर वर्णमात्री विधि के द्वारा "तुलनात्मक घनत्व" के सूचकों के मानचित्रण में भी



चित्र 147—एक विचलनात्मक वर्णमात्री मानचित्र। आँकड़ों का स्रोत : *Census of England and Wales*, 1881, अंक 3 (लन्दन, 1883)।

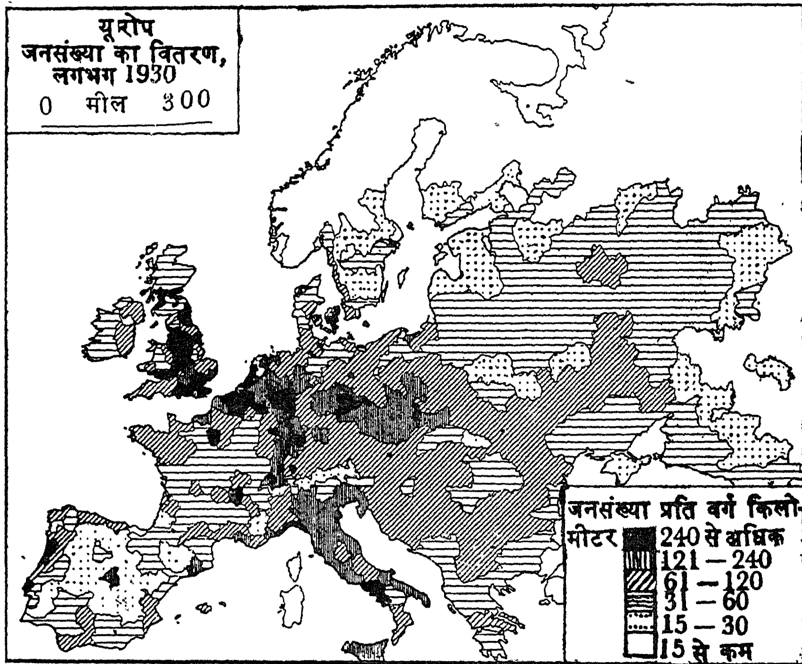
यह मानचित्र लंकाशायर में 15 वर्ष से बड़ी और 60 वर्ष से छोटी स्त्रियों की जनसंख्या में आयु संरचना की प्रादेशिक विभिन्नताओं को प्रकट करने के लिए है। राष्ट्रीय औसत से विचलनों को दिखलाने से, विभिन्नताएँ पर्याप्त महत्वपूर्ण हो गयी हैं और स्पष्ट दिखलाई देती हैं।

यह मानचित्र प्रशासनिक विभागों के आधार पर संग्रह किया गया था।

(देखिये पृ० 266) जनघनत्वमितिक प्रविधि प्रयोग की जा सकती है। इस प्रकार के मानचित्रों को संदर्भित करते हुए, ए० स्टीवेन्स बतलाते हैं कि "भूमि पर दाब के 'क्षेत्र' " का सीमांकान करने के लिए स्काटलैण्ड में मुख्य-डाइक (head-dyke) का उपयोग किया जा सकता है।[1]

नगरीय जनसंख्या

जनसंख्याओं के मानचित्रण में विशेष कठिनाइयाँ नगरों के सम्बन्ध में उत्पन्न होती हैं जो कि स्वभावत: जनसंख्या के संकेन्द्रण के क्षेत्र होते हैं। फिर भी, नगरों के अन्दर जनसंख्या के घनत्व में उल्लेखनीय विभिन्नताएँ मिलती हैं। इन विभिन्नताओं को कितनी मात्रा में परिशुद्धता से चित्रित किया जा सकता है यह अवश्य ही एक भौगोलिक आधार पर उपलब्ध जानकारी की मात्रा पर निर्भर करता है। प्रकाशित जनगणना की विवरणियों में उपलब्ध विश्लेषण केवल वार्ड के आधार पर हो सकता है जो कि एक सन्तोषजनक आधार प्रदान करने के लिए उपयुक्त से अधिक बड़ी या अधिक विषम इकाई है। अधिकांश कार्यों के लिए गणन क्षेत्र एक अधिक सन्तोषजनक आधार प्रस्तुत करते हैं। ब्रिटेन में विवरणियाँ इस



चित्र 148

आँकड़े तथा आधार-मानचित्र D. Kirk, *Europe's Population in the Inter-War Years* (जिनीवा, 1946) से प्राप्त।

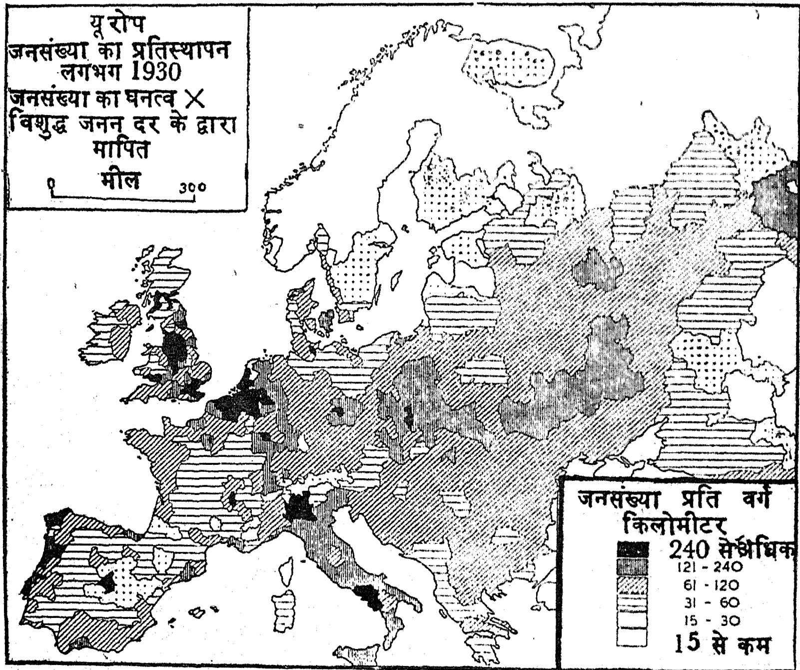
1. A. Stevens, पृ० 51, उ० ग्र० (1946)।

आधार पर प्रकाशित नहीं होतीं। किन्तु अप्रकाशित आँकड़ों को प्रस्तुत करना सम्भव है और वार्डों की तुलना में गणन क्षेत्रों पर आधारित मानचित्रों के महत्व को एमरिस जोन्स ने चित्रों के द्वारा भली-भाँति समझाया है।[1]

विभिन्न देशों की जनगणना विवरणियाँ नगरीय क्षेत्रों की जनसंख्या की विवरणियों को संग्रह करने के अपने तरीकों में बहुत भिन्न होती हैं। संयुक्त राज्य में 'जनगणना ट्रैक्टों' के आधार पर कुछ प्रयोग किये गये हैं जो कि कुछ हद तक समांगता प्राप्त करने के प्रयास में सामाजिक आधार पर विशेष रूप से सीमांकित क्षेत्र हैं। ऐसे सब आँकड़ों को वर्णमात्री विधि के द्वारा प्रभावपूर्ण तरीके से मानचित्रित किया जा सकता है। जहाँ इससे भी अधिक ब्यौरा आवश्यक हो, वहाँ बड़ी मापनी के प्लैन तथा उन पर अवस्थापित प्रतीकों या विन्दुओं के उपयोग को काम में लाने वाले विशेष उपायों को अपनाना आवश्यक हो सकता है।

लिंग तथा आयु वितरण

आयु के अनुसार जनसंख्या के बारीकीपूर्ण वितरण को दिखलाने के लिए वर्णमात्री मानचित्रों की एक श्रेणी का उपयोग किया जा सकता है। यदि प्रत्येक समूह में निरपेक्ष योगों



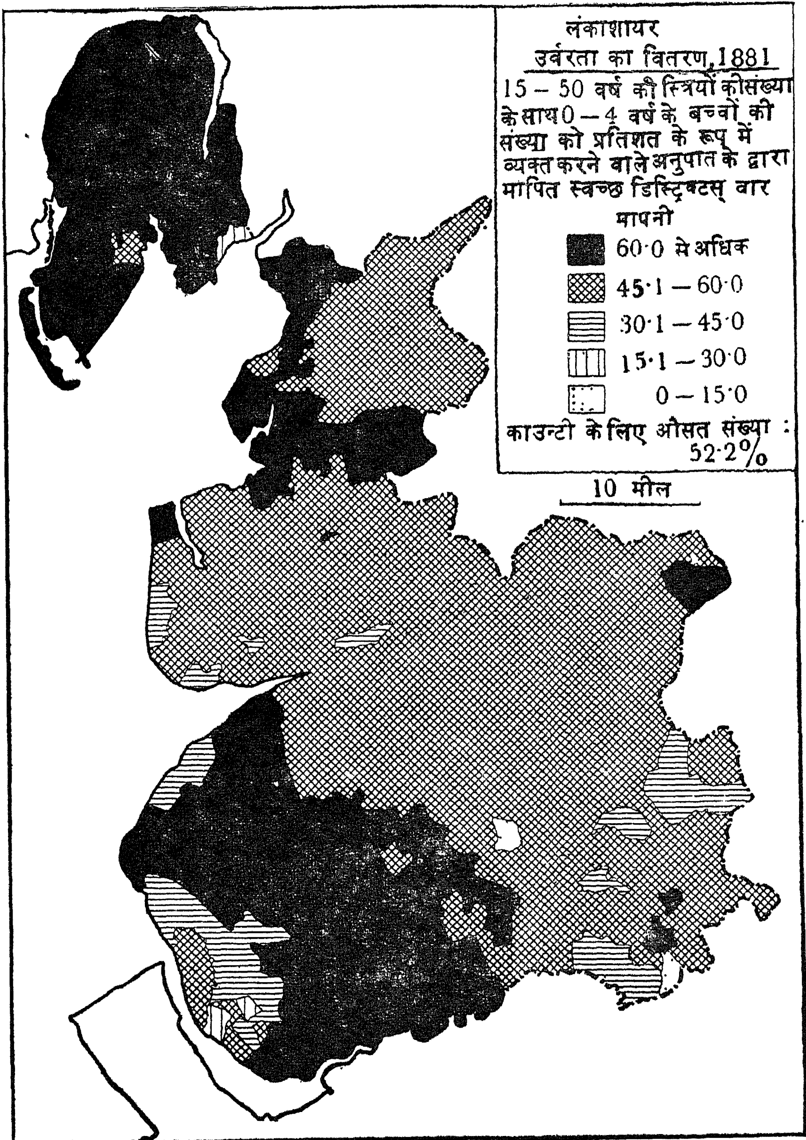
चित्र 149—आँकड़े तथा आधार-मानचित्र D. Kirk, उ० ग्र० (1946) से प्राप्त।

चित्र 148-9—तुलनात्मक मानचित्र बनाये गये हैं; जब कि एक जनसंख्या का वितरण दिखलाता है, दूसरा वितरण की प्रवृत्ति का कुछ संकेत देता है।

---

1. Emrys Jones, Sociological aspects of population mapping in urban areas,' *Geography*, अंक 46, पृ० 9-17 (लन्दन, 1961)।

के बजाय व्यक्तियों के प्रतिशतों को आलेखित किया जाय तो असंगतियों को अधिक प्रभावपूर्णता से समझाया जा सकता है। राष्ट्रीय मानक से प्रादेशिक विचलनों को भी प्रभाव के साथ आलेखित कर सकते हैं (चित्र 147)। स्थानीय आयु समूह प्रतिशतों तथा राष्ट्रीय आयु



चित्र 150

आँकड़ों का स्रोत : *Census of England and Wales*, 1881, अंक 3 (लन्दन, 1883)।

समूह प्रतिशतों के बीच का अन्तर देखकर प्रादेशिक विचलनों को प्राप्त किया जा सकता है। जनसंख्या की संरचना के इस प्रकार के मानचित्रात्मक विश्लेषण के बहुत से उपयोग हैं। विभिन्न स्थानों पर पुरुष तथा स्त्री श्रमिकों की उपलब्धता के विषय में इससे जानकारी मिलती है; उर्वरता की दरों तथा प्रवृत्तियों की विभिन्नताओं की व्याख्या में यह सहायक होता है; दीर्घ-कालीन प्रवास के विषय में यह बहुत से संकेत देता है। इस प्रकार के मानचित्र आर्थिक तथा सामाजिक विषयों में नियोजकों के लिए अनिवार्य होते हैं।[1]

मानव जातीय तथा व्यावसायिक संरचना

वर्णमात्री प्रविधि जनसंख्या के मानव जातीय तथा व्यावसायिक संरचना के जटिल वितरण सम्बन्धी लक्षणों को दिखलाने के लिए विशेष उपयुक्त नही है, किन्तु कुछ दशाओं में यह उपयोगी सिद्ध होती है। यदि मानव जातीय संरचना के दो तत्वो को आलेखित करना है, जैसे कि बोहीमिया में चेकों तथा जर्मनों को, तो एक राष्ट्रीयता का दूसरी के साथ अनुपात दिखलाने के लिए मानों का एक समानुपातिक मान निकाला जा सकता है, और अनुपातों के वितरण को वर्णमात्री विधि से दिखलाया जा सकता है।[2] दो से अधिक तत्वों को दिखलाने के लिए, जैसे कि अनेक राष्ट्रीयता या अनेक औद्योगिक रोजगार है, रग का उपयोग करना होगा।[3]

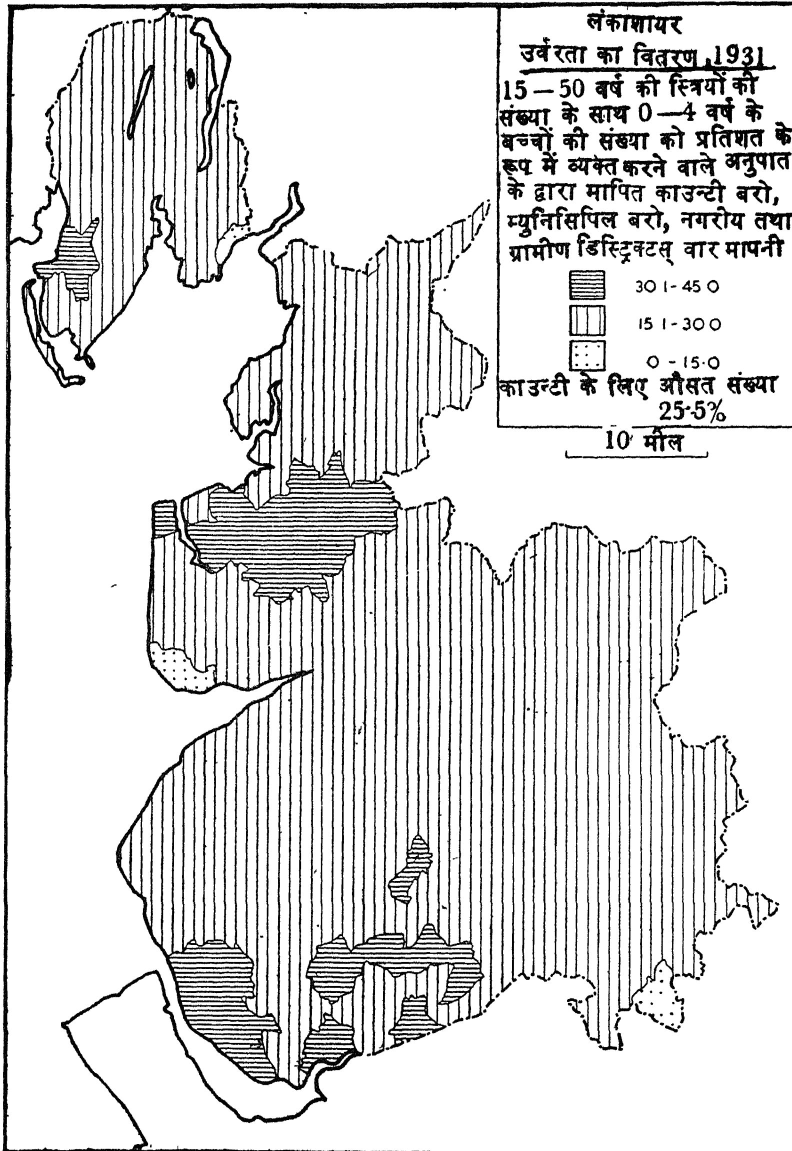
प्रतिस्थापन दरें

वर्णमात्री विधि के द्वारा जनसंख्या के प्रतिस्थापनों को बहुत सुविधा के साथ मानचित्रित किया जा सकता है, चाहे उसे सकल (gross) तथा विशुद्ध प्रतिस्थापन दरों में व्यक्त किया जाय (चित्र 148-9), या उर्वरता अनुपातों में (चित्र 150-1), अथवा अशोधित जन्म

---

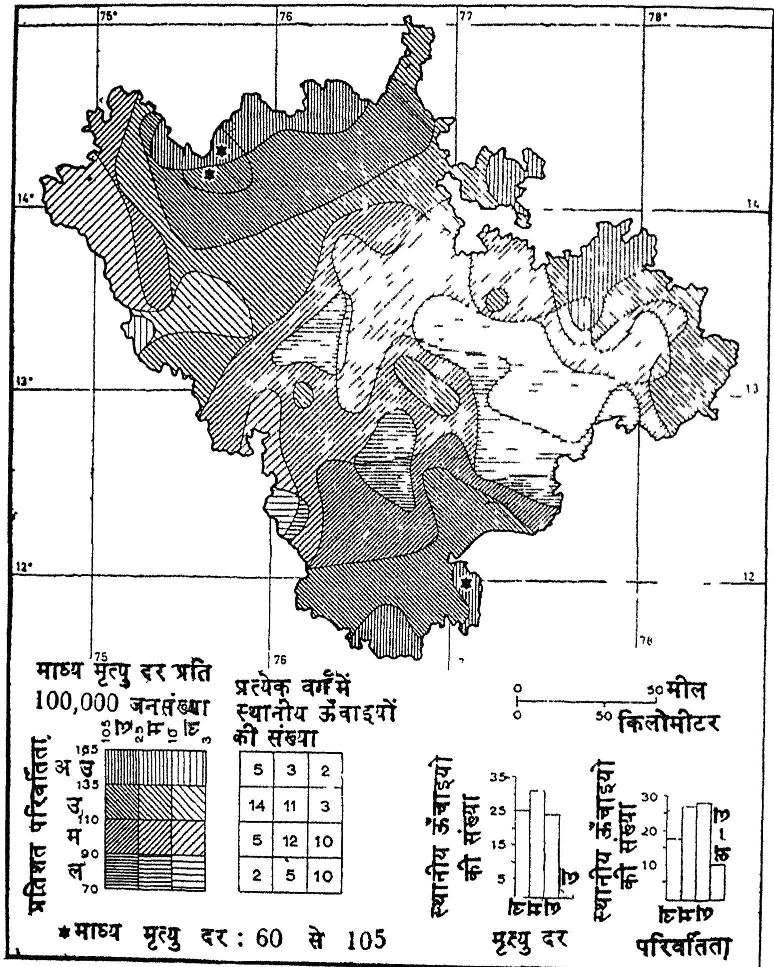
1. जनसंख्या में आयु भेदों की आर्थिक सार्थकता का विश्लेषण, A. Sauvy, *Richesse et population* (पेरिस, 1943) में किया गया है।
2. इस विधि के एक पायनियर E. Hochreiter, 'Nationalitätenkarte von Bohmen,' 1 : 1, 850,000, *Petermanns Mitteilungen*, अंक 29 (गोथा, 1883) थे। E. Jones, 'The Distribution and Segregation of Roman Catholics in Belfast', *Sociological Review*, अक 4, पृ० 167-89 (कील, 1956) में एक मानचित्र भी देखिये, जो 'पृथक्करण (segregation) सूचक' पर आधारित है, अर्थात् जिस कोटि तक शहर के किसी भाग में रोमन कैथलिकों का समानुपात, पूरे शहर के समानुपात से भिन्न है।
3. यह विधि '*Langues Maternelles dans le Royaume S. H. S. par Cmmunes*', 1 : 1, 500,000, Public par la Direction de la Staistique d, Etat (Sérajevo, 1924) में अपनायी गयी है, जो 1921 की जनगणना के अनुसार यूगोस्लाविया में भाषाओं का वितरण दिखलाता है। B. V. Semenow—Tian—Schanský, 'Handel und Industrie im Europäische Russland', 1:750,000, *Petermann's Mitteilungen*, अंक 59, Tafel 36, पृ० 236 के सम्मुख (गोथा, 1913) भी देखिये, जिसमें नियुक्त व्यक्तियों के प्रतिशत (0–20%, 20–50% तथा 50% से अधिक) के अनुसार 8 व्यावसायिक समूह दिखलाये गये हैं।

(चित्र 153), मृत्यु तथा प्राकृतिक प्रतिस्थापन की दरों में व्यक्त किया गया हो। इसी प्रकार से प्रतिस्थापन की दरों में परिवर्तनों को भी प्रभावपूर्णता से मानचित्रित किया जा सकता है,



चित्र 151—आँकड़ों का स्रोत : *Census of England and Wales*, 1931, *County of Lancaster* (लन्दन, 1934)।
चित्र 150-1 को तुलना के उद्देश्य से एक (मान घनत्व मापनियों के आधार पर संग्रह किया गया है।

किन्तु इस विषय मे एक समस्या उत्पन्न होती है, धनात्मक तथा ऋणात्मक दरो को या धनात्मक तथा ऋणात्मक परिवर्तनो को दिखलाने के लिए छायाकरण की विशेष प्रणालियो को उपयोग मे लाना आवश्यक होता है (देखिये पृ० 39)। डडले कर्क ने (उ० ग्र०, 1946) इस कठिनाई को दूर करने के लिए यूरोप मे नेट जनन दरो के वितरण के अपने मानचित्र मे दो रगो का उपयोग किया था, काले से धनात्मक तथा लाल से ऋणात्मक गुणो को दर्शाया था।

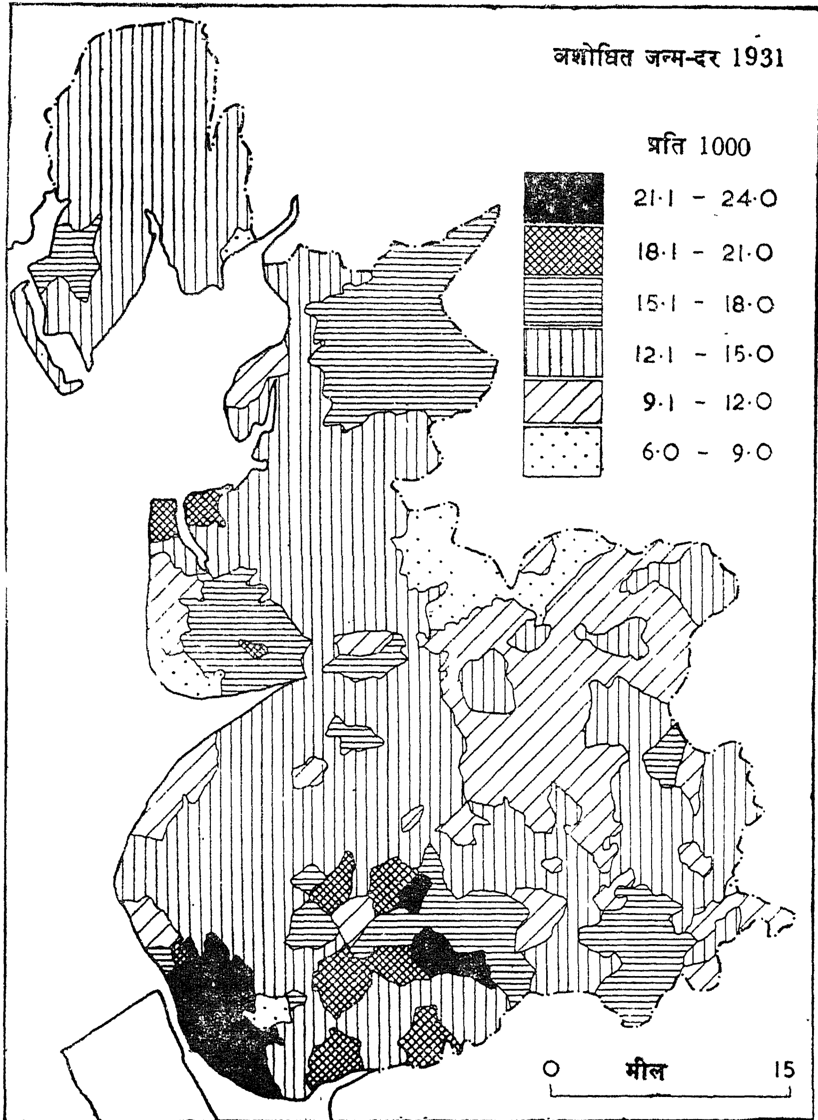


चित्र 152—पुराने मैसूर राज्य मे हैजे से मृत्यु

A. T A Learmonth तथा Manindra Nath Pal, 'A Method of Plotting Two Variables (such as Incidence and Variability from Year to Year) on the Same Map using Isopleths', *Erdkunde*, अक 13, पृ० 145-50 (बॉन, 1959) पर आधारित।

मृत्यु (Mortality) तथा अस्वस्थता (Morbidity) की दरें

संसार के अधिकांश देश आजकल मृत्यु के कारणों के आँकड़े प्रकाशित करते हैं, और



चित्र 153—जैव आँकड़ों का एक वर्णमात्री मानचित्र

आँकड़ों का स्रोत : *The Registrar-General's Statistical Review of England and Wales for the Year* 1931, सारणियाँ, भाग 2, सिविल (लन्दन, 1933)।

वितरण प्रशासनिक विभागों के अनुसार है।

इन्हें यह प्रकट करने के लिए भौगोलिक आधार पर मानचित्रित किया जा सकता है कि संसार के एक भाग से दूसरे भाग में ही बड़ी प्रादेशिक विभिन्नताएँ नही मिलती जैसे कि आशा की जाती है, बल्कि विशेष देशों के अन्दर भी मिलती हैं। बीमारी के भूगोल को आलेखित करने के लिए ऐसी प्रविधियाँ आवश्यक हैं जो केवल वितरण ही नही बल्कि समय और स्थान के साथ तीव्रता तथा परिवर्तिता भी दिखलाती हों। कुछ सीमाओं तक इस कार्य के लिए वर्णमात्री विधि का उपयोग हो सकता है। इंग्लैण्ड तथा वेल्स में औसत मृत्यु दरों की प्रादेशिक विभिन्नताओं को दिखलाने वाला एक मानचित्र, जैसा कि एम० ए० मरे ने संग्रह किया है, इसको सरलता से समझाता है। यह विभिन्न स्थानों पर आयु तथा लिंग के साथ समायोजित स्थानीय मृत्यु की दर का राष्ट्रीय दर के साथ अनुपात दिखलाता है।[1] एक ही वर्णमात्री मानचित्र मे बीमारी की तीव्रता की कोटि तथा उसके आपतन की परिवर्तिता की मात्रा, दोनों को सम्मिलित करने के लिए ए० टी० ए० लियरमॉन्थ के द्वारा निकाली गयी द्विक-सारणीयन की सुचारु प्रणाली कुछ अधिक विस्तृत है (पृ०302 तथा 152 भी देखिए)।[2]

प्रवास

उत्प्रवास और आप्रवास को तथा प्रवास के संतुलन को वर्णमात्री मानचित्रों से दिखलाया जा सकता है। एक विशेष उदाहरण के संदर्भ से, जो कि 1861 में वॉरसेस्टर-शायर से उत्प्रवास का है, ये विधियाँ सबसे अच्छी तरह समझ में आती हैं (चित्र 154-7)। इसके आँकड़े इंग्लैण्ड तथा वेल्स की 1861 की जनगणना विवरणियों मे 6 सौ से अधिक पंजीयन क्षेत्रों में दिये गये जन्म स्थानों पर आधारित हैं। सबसे पहिले वॉरसेस्टर-शायर में उत्पन्न हुए और काउन्टी के बाहर गणन किये गये व्यक्तियों की प्रत्येक पंजीयन क्षेत्र में संख्या का परिकलन किया गया। इन योगों को चार प्रकार से मानचित्रित किया गया; (क) प्रत्येक योग को उस वर्ष तक वॉरसेस्टरशायर से प्रवासियों की कुल संख्या के प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया गया; (ख) प्रत्येक योग को उसके विशेष पंजीयन क्षेत्र से सम्बन्धित किया गया और व्यक्ति प्रति 10,000 एकड़ के रूप में एक घनत्व में व्यक्त किया; (ग) प्रत्येक योग को उसके गणना क्षेत्र में कुल जनसंख्या के प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया गया और (घ) निरपेक्ष योगों पर यथातथ्य (*per se*) विचार किया गया।

जनसंख्या की वृद्धि

जनसंख्या की वृद्धि को दिखलाने का सबसे स्पष्ट तरीका सम्भवत: यह है कि पिछले तथा वर्तमान वितरणों को दिखलाने वाले मानचित्रों की एक श्रेणी कालानुक्रम में तैयार की

---

1. M. A. Murray, 'The Geography of Death in England and Wales', *Annals of the Asociation of American Geographers*, अंक 52, पृ० 130-49 (लंकास्टर, पे०, 1962)।
2. A. T. A. Learmonth, 'A Method of Pliotting on the Samce Map Health Data of, both Intednsity and Variability of Inidence, *Annals of the Associatoion of Trapical Mcdicine and Pnrasitology*, अंक 48, पृ० 345-8 (लिवरपूल, 1954)।

जाय। सन् 1801 तथा 1931 के बीच लंकाशायर के लिए ऐसे मानचित्रों की एक श्रेणी चित्र 158-60 में दी गयी है। ऐसी श्रेणी एक व्यापक चित्र प्रस्तुत करती है, किन्तु मानचित्र की बड़ी सूक्ष्मता से जाँच किये बिना एक जिले से दूसरे की जनसंख्या की वृद्धि की माप तथा तुलना करना कठिन कार्य है।

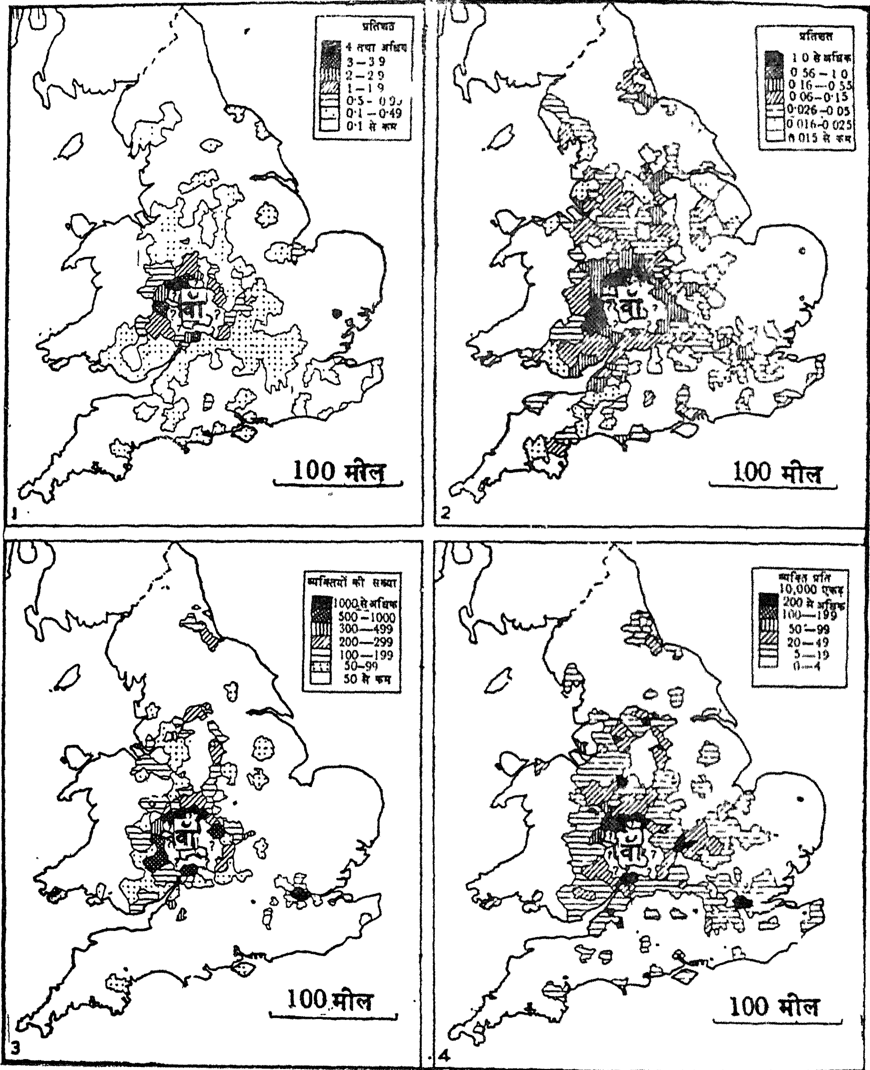
जनसंख्या में अन्तर्जनगणनीय परिवर्तन : इस कठिनाई को दूर करने के लिए सामान्यत: दो जनगणनाओं के बीच जनसंख्या की वृद्धि तथा ह्रास में हुए प्रतिशत परिवर्तन के रूप में जनसंख्या के अन्तर्जनगणना परिवर्तनों को प्रत्यक्ष दिखलाया जा सकता है। इन परिवर्तनों को एक वर्णमात्री मानचित्र के रूप में सबसे अच्छी तरह आलेखित किया जाता है। वर्णमात्री चित्रण पर समानुपातिक प्रतीकों को अध्यारोपित करके परम संख्यात्मक परिवर्तनों का और भी कुछ संकेत दिया जा सकता है।[1]

इस प्रकार के वर्णमात्री मानचित्रों को बनाने में तीन मुख्य कठिनाइयाँ होती हैं। सर्वप्रथम दोनों जनगणनाओं की तिथियों को सावधानी से चुनना होता है। उदाहरण के लिए, यदि आयरलैण्ड के विषय में 1801 तथा 1931 के वर्ष चुने गये हों तो बीच के दशकों में आयरिश जनसंख्या की वृद्धि तथा ह्रास के वास्तविक स्वरूप का कोई यथार्थ संकेत इनसे नहीं मिलेगा। दूसरे, मानचित्र को उपयोग में आने वाली नवीनतम जनगणना में दी गयी गणना इकाइयों पर आधारित होना चाहिये। यह लगभग निश्चित है कि दो जनगणनाओं के बीच, इकाइयों की सीमाएँ बदली होंगी और विभिन्न इकाइयों के अमलगमन या विभाजन से वास्तविकता अस्पष्ट भी हो जायेगी। उदाहरण के लिए, ब्रिटेन के कुछ भागों में, जैसे कि मैंचेस्टर तथा लन्दन क्षेत्रों में उन्नीसवी शताब्दी के प्रारम्भिक भाग तथा और भी हाल की जनगणनाओं में परस्पर विवरणियों के प्रादेशिक आधारों में समानता लाना एक अत्यन्त कठिन कार्य है। आधार-मानचित्र के तैयार करने से पहिले यह आवश्यक है कि पैरिश, वार्ड तथा बरो की सीमाओं के परिवर्तनों के विषय में जटिल अनुसन्धान किया जाय। इस कार्य में क्षेत्रफलों की परिश्रम के साथ तुलना करनी पड़ती है, क्योंकि बहुत से परिवर्तन अभिलेखित भी नहीं होते। तीसरी समस्या प्रदर्शन की है। लगभग निश्चित है कि कुछ पैरिशों की जनसंख्या घट गयी होगी और कुछ की बढ़ी होगी। अत: प्रत्येक संवर्ग में प्रभेद करने के लिए छायाकरण का दोहरा विभाजन आवश्यक है; अध्याय 1 में इस समस्या का विवेचन किया गया है (देखिये पृ० 46)।

अन्तर्जनगणनीय परिवर्तनों को सूचकों के द्वारा भी आलेखित किया जा सकता है, जो परिवर्तन की दर को संगत राष्ट्रीय दर की तुलना में दिखलाएँ। राष्ट्रीय परिवर्तन के सूचक को इस प्रकार ज्ञात करते हैं कि यदि 1831 तथा 1931 की जनगणनाएँ विचाराधीन हों तो 1931 की जनसंख्या के राष्ट्रीय योग को 1831 वाले से भाग दिया जाय। नीचे दिये गये उदाहरणों में :

---

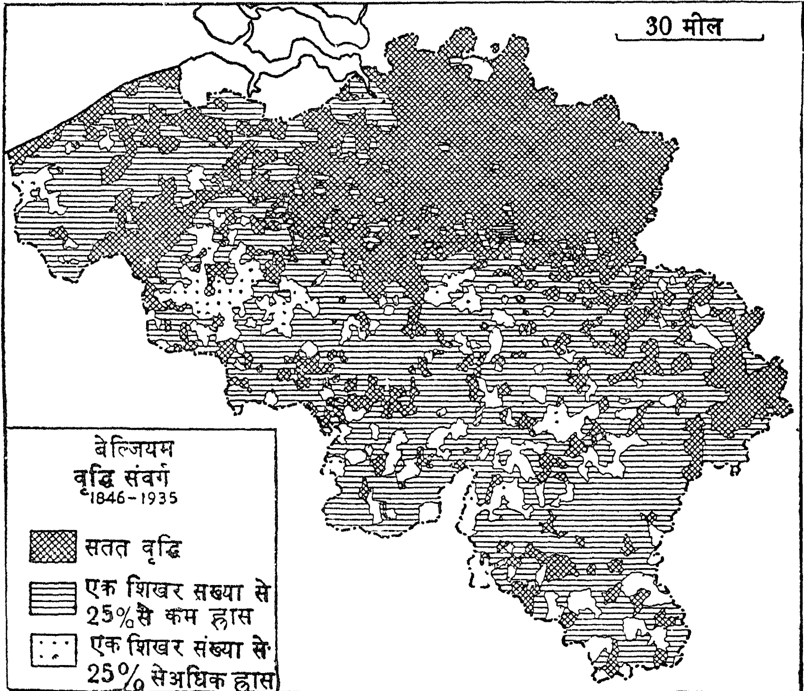
1. मिनिस्ट्री आफ़ टाउन ऐण्ड कन्ट्री प्लानिंग द्वारा संग्रहित, *Great Britain, Population. Total Changes,* 1931-39, पत्रक 2, 1 : 625,000 (ऑर्डनेन्स सर्वे, साउथैम्पटन, 1942) तथा बाद के प्रकाशनों को देखिये।



चित्र 154-7 — वर्णमात्री विधि से प्रवास के मान-चित्रण के चार प्रकार आँकड़ों का स्रोत : *Census of England and Wales*, 1861, अंक 2 (लन्दन, 1863) : वॉरसेस्टरशायर से प्रवासियों को बतलाने के लिए 1861 में काउन्टी से बाहर रहने वाले वॉरसेस्टरशायर के मूल निवासियों (natives) की संख्या को पंजीयन क्षेत्रों के आधार पर मानचित्रित किया गया है। (1) वॉरसेस्टरशायर से प्रवासियों को प्रत्येक पंजीयन क्षेत्र में, जिसमें वे गये हैं, वहाँ की कुल जनसंख्या के प्रतिशत के रूप में दिखलाता है; (2) प्रत्येक पंजीयन क्षेत्र के लिए प्रवासियों को वॉरसेस्टरशायर से कुल प्रवासियों की संख्या के प्रतिशत के रूप में दिखलाता है; (3) छायाकृत पंजीयन क्षेत्रों के द्वारा केवल यह दिखलाता है कि वहाँ आये प्रवासियों की परम संख्या क्या है; तथा (4) प्रत्येक पंजीयन क्षेत्र में वॉरसेस्टरशायर से आये प्रवासियों की संख्या को व्यक्ति प्रति इकाई क्षेत्रफल के रूप में दिखलाता है। आइल ऑफ़ मैन के लिए पृथक आँकड़े उपलब्ध नहीं थे, और स्काटलैण्ड को छोड़ दिया गया है।

$$\text{परिवर्तन का सूचक} = \frac{\text{राष्ट्रीय योग, 1931}}{\text{राष्ट्रीय योग, 1831}} = \frac{5,000,000}{2,000,000} = 2.5$$

इसी प्रकार से स्थानीय सूचकों का परिकलन करते हैं और फिर वर्णमात्री विधि का उपयोग करते हुए इन्हें आलेखित करते हैं। 2.5 से छोटे सूचकांक, अर्थात् राष्ट्रीय वृद्धि दर से कम तथा उस संख्या से अधिक वाले पैरिशों के बीच विभेद करना चाहिए।



चित्र 161—बेल्जियम में वृद्धि के संवर्ग

H. M. Kendall, 'A Survey of Population Changes in Belgium', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 28, पृ० 152 (लंकास्टर, पे०, 1938) में एक मानचित्र पर आधारित।

जनसंख्या के शिखर : अलग-अलग स्थानों की जनसंख्या वृद्धि के व्यवहार को रेखा-ग्राफ़ के द्वारा भली प्रकार से दिखलाया जा सकता है, किन्तु यदि सैकड़ों स्थान विचाराधीन हों तो उनका उपयोग कठिन होता है। ग्राफ़ों में जो प्रमाण उपस्थित हो, उसके भौगोलिक विश्लेषण के लिए कुछ आवश्यक लक्षणों को मानचित्रों पर स्थानान्तरित करना पड़ता है। उदाहरण के लिए, जिन तिथियों पर जनसंख्या शिखरों पर पहुँच गयी है, उन्हें

मानचित्र पर सरलता से आलेखित कर लिया जाता है।[1] इस प्रकार से उच्चतम जनसंख्या की तिथियों के वितरण को आलेखित करके वे प्रदेश ज्ञात हो जाते है जहाँ की जनसख्या घट रही है; घटने की अवधि उतनी ही लम्बी होगी जितने अधिक पहिले शिखर प्राप्त हुआ है। यदि संलग्न क्षेत्रों में जनसंख्या के शिखर की लगभग समान तिथियाँ है, तो किर्स आधारभूत प्रादेशिक आर्थिक कारण, जैसे कि खनिज के शोषण, को इसके लिए उत्तरदायी जाना जा सकता है।

वृद्धि के संवर्ग : जनसंख्याओं के वितरण को उस समय के अनुसार दिखलाया जा सकता है जब वह घटित हुआ है। एस० डी० डॉज ने न्यू इंगलैण्ड के भागों के विषय में जनसंख्या की वृद्धि के प्रतिरूपों के सावधानीपूर्ण विश्लेषण पर आधारित करते हुए, जनसंख्या की प्रवृत्ति के चार संवर्गों में प्रभेद किया था।[1] ये संवर्ग (क) सतत वृद्धि, (ख) शिखर से 25 प्रतिशत ह्रास, (ग) शिखर से 25-50 प्रतिशत ह्रास, तथा (घ) शिखर से 50 प्रतिशत से अधिक ह्रास वाले थे।

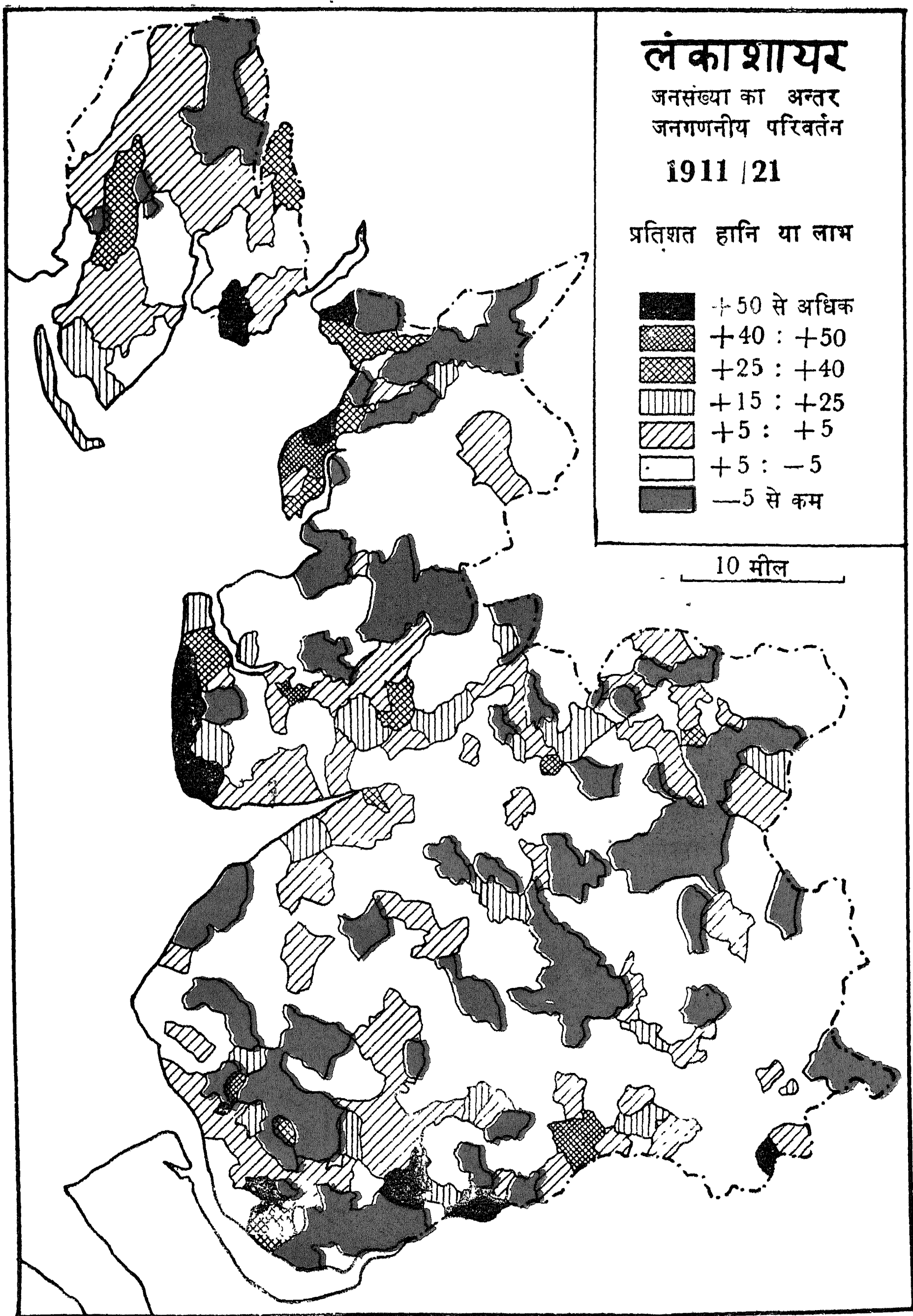
वास्तव में वृद्धि तथा ह्रास में विषमता की विविध कोटियाँ सम्मिलित करने के लिए इन संवर्गों का प्रसार किया जा सकता है। इन्हें वर्णमात्री प्रविधि के द्वारा प्रभावपूर्णता से समझाया जा सकता है, जिस दशा में ये विविध प्रदेशों के जनसंख्या सन्तुलन में दीर्घ-कालीन परिवर्तनों को प्रकट करते है। जनसंख्या के आपेक्षिक ह्रासों को चित्र के द्वारा समझाने में ये विशेष उपयोगी हैं। एच० एम० केन्डाल ने बेल्जियम की जनसंख्या के अपने अध्ययन में विश्लेषण के इस तरीके का उपयोग किया था (देखिये चित्र 161)।

अन्य प्रकार के वृद्धि संवर्गों का उपयोग किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, सी० एफ० कोन ने संयुक्त राज्य की जनसंख्या प्रवृत्तियों पर अपने कार्य में छः संवर्गों का उपयोग किया था जो चित्र 163 में दिखलायी गयी हैं।[2] इन संवर्गों को मानचित्रो की एक श्रेणी में सबसे अच्छी तरह दिखलाया जाता है,[3] किन्तु अकोटिकृत छायाकरण प्रणाली की सहायता से इन्हें एक मानचित्र में सम्मिलित किया जा सकता है (देखिये पृ० 45–49)। विशेष जनसंख्याओं की वृद्धि से सम्बन्धित आँकड़ों का निरीक्षण करके जनसंख्या वृद्धि के अन्य संवर्गों में प्रभेद किया जा सकता है। (इस सम्बन्ध में अ० सं० 50 भी देखिये)।

परिवर्तिता : ए० गेडिस ने भारत में जनसंख्या प्रवृत्तियों पर एक लेख में यह

---

1. S. D. Dodge, 'A Study of Population Regions in New England on a New Basis', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 25, पृ० 197-210 (लंकास्टर, पे०, 1935)।
2. C. F. Kohn, 'Population Trends in the United States since 1940', *Geographical Review*, अंक 25, पृ० 98-106 (न्यू यार्क, 1945)।
3. उदाहरण के लिए, 'Carte dynamique de la région parisienne' को A. Demangeon, 'France Economique et Humaine,' भाग 2, *Géographie Universelle*, अंक 6, पृष्ठ 835 (पेरिस, 1948) में देखिये।

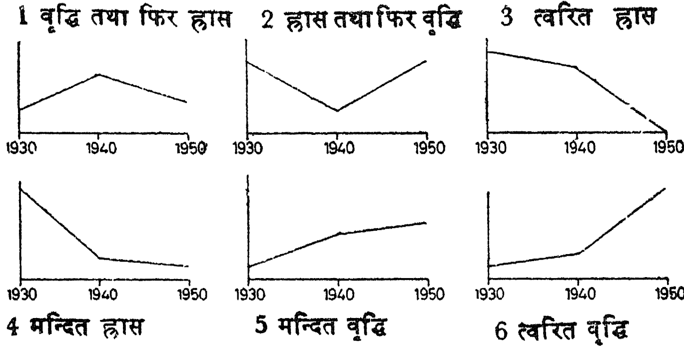


चित्र 162—अन्तर्जनगणनीय जनसंख्या परिवर्तन का एक वर्ण मात्री मानचित्र

आँकड़ों का स्रोत : *Census of England and Wales* (विभिन्न तिथियाँ)।

यह मानचित्र पैरिश के आधार पर गणन की गयी विवरणियों पर आधारित है और 5 प्रतिशत से अधिक परम जनसंख्या ह्रास के क्षेत्रों को लाल रंग दिया गया है।

दिखलाया था कि जनसंख्या वृद्धि की परिवर्तिता की एक स्पष्ट प्रादेशिक सार्थकता है।[1] अन्तर्जनगणनीय जनसंख्या वृद्धि का सामान्य प्रकार का मानचित्र परिवर्तिता नही दिखलाता। उदाहरण के लिए, हो सकता है कि दो जनगणना क्षेत्र समान प्रतिशत जनसंख्या वृद्धि दर्शाते हों, किन्तु जहाँ पर एक में जनसंख्या की स्थिर वृद्धि हुई हो, वही पर हो सकता है कि दूसरे में हर प्रकार से जनसंख्या के हेर-फेर का अनुभव हुआ हो जनगणना की तिथियाँ बिल्कुल



चित्र 163—कोन के वृद्धि संवर्ग

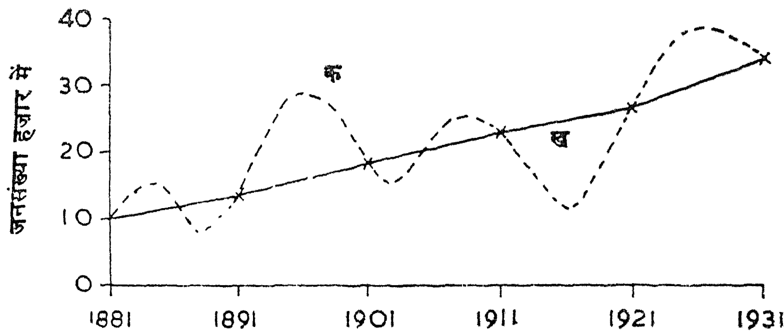
स्वेच्छ होती हैं और वे जनसंख्या वृद्धि की किसी भी परिवर्तिता को छिपाये रह सकती हैं (चित्र 164, ऊपर)। गेडिस ने परिवर्तिता के वितरण को एक परिवर्तिता सूचक से दर्शाया था। इसका परिकलन प्रत्येक गणन क्षेत्र में वास्तविक जनगणना वृद्धि के वक्र की एक सैद्धान्तिक प्रसामान्य (normal) वक्र के साथ तुलना करके किया गया था; दोनों वक्रों के माध्य प्रतिशत विचरण को एक सूचकांक के रूप में लिया गया था (चित्र 164, नीचे)।

व्यवहार में यह आवश्यक नही है कि वृद्धि के एक परिकल्पित वक्र का परिकलन किया जाय। दो अन्तर्गणन आलेखनों के बीच में खींची गयी एक सरल रेखा विचरण की माप के लिए पर्याप्त परिशुद्धता का एक वक्र प्रस्तुत करेगी। अथवा, राष्ट्रीय आँकड़ों के सन्दर्भ में एक वक्र की रूपरेखा बनायी जा सकती है। यदि 1801 तथा 1921 को दो अन्तर्जनगणना तिथियों के रूप मे लिया जाय तो निम्न तरीके से जनसंख्या की परिवर्तिता का एक सूचकांक परिकलित किया जा सकता है। 1801 तथा 1921 के आलेखनों के बीच, खींची गयी सरल रेखा के द्वारा दर्शाये गये परिकल्पित वक्र पर विचाराधीन गणन क्षेत्र में दशक प्रतिदशक जनसंख्या की प्रतिशत वृद्धि के वक्र को आध्यारोपित कीजिए। दोनों वक्र एक दूसरे से दस विन्दुओं पर विचलित होंगे। इन विचलनों को ग्राफ़ पर प्रयुक्त मापनी के सन्दर्भ में प्रतिशत के रूप में नापा जा सकता है। सभी दस विचलनों को जोड़ लेना चाहिए

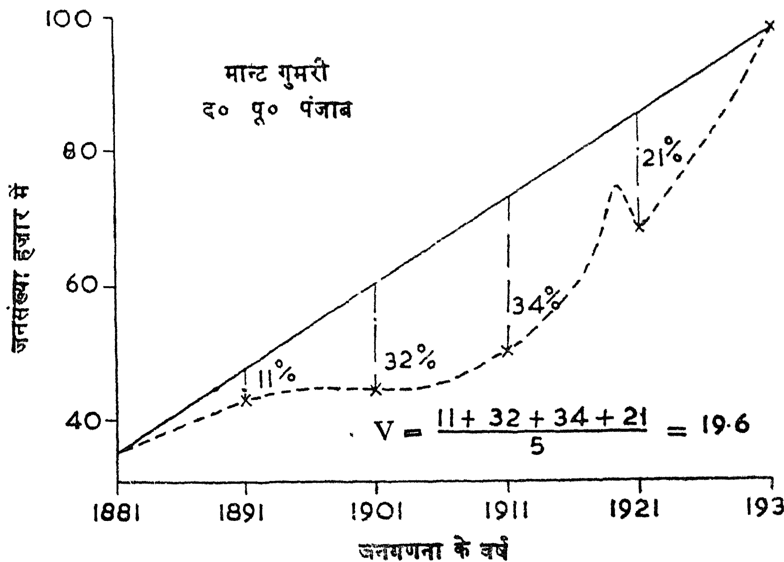
---

1. A. Geddes, 'The Population of India. Variability of Change as a Regional Demographic Index,' *Geographical Review*, अंक 32, पृ० 562–73 (न्यू यार्क, 1942)।

1. एक परिकल्पित प्रकरण कि जनसंख्या वृद्धि की परिवर्तिता किस प्रकार जनगणना विवरणियों में छिप सकती है



2. परिवर्तिता सूचक का मापन



चित्र 164

ऊपर वाले आरेख में टूटी हुई रेखा (क) जनसंख्या वृद्धि के यथार्थ वक्र को दिखलाती है और ठोस रेखा (ख) जनगणना विवरणियों के आधार पर विनिर्णीत वक्र को दिखलाती है।

नीचे वाला आरेख मुख्यत: A. Geddes, 'The Population of India', *Geographical Review*, अंक 32, पृ० 569 (न्यू यार्क, 1942) पर आधारित है।

तथा ग्यारह से भाग देकर माध्य प्रतिशत विचलन ज्ञात कर लेना चाहिए; इस प्रकार प्राप्त परिवर्तिता सूचकांक को एक वर्णमात्री मानचित्र के द्वारा रूढ़ तरीके से आलेखित किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, ए० गेडिस ने भारत के विषय में छः परिवर्तिता सूचकांकों को व्यावहारिक पाया था।

जनसंख्या का दैनिक संचलन

जहाँ पर मानचित्र की मापनी इसकी सम्भावना प्रस्तुत करती है वहाँ जनसंख्या के दैनिक संचलनों को प्रवाह आरेखों तथा अन्य प्रविधियों से परिशुद्धता के साथ दिखलाया जा सकता है (देखिये पृ० 289 तथा अ० सं० 51)। तथापि जहाँ पर इन संचलनों को एक व्यापक आधार पर मानचित्रित करना हो वहाँ वर्णमात्री विधि उपयोगी तथा मित-व्ययी सिद्ध होती है। आर० लॉटन ने इंग्लैण्ड तथा वेल्स के स्थानीय प्रशासन क्षेत्रों के भीतर एवं बाहर की ओर दैनिक संचलन का व्यापक चि त्रप्रस्तुत करने के लिए और साथ ही ऐसे क्षेत्रों के भीतर एवं बाहर संचलन का विशुद्ध संतुलन दिखलाने के लिए इस विधि का उपयोग किया था। उन्होंने एक प्रशासन से दूसरे प्रशासन को नित्य जाने वाले व्यक्तियों की संख्या को, जिस प्रशासनिक क्षेत्र में वे काम करने आते थे उसकी जनसंख्या के प्रतिशत के रूप में आलेखित करना सम्भव कर लिया था। लॉटन ने प्रत्येक प्रशासन में रोजगार युक्त निवासी जनसंख्या तथा कुल रोजगार युक्त जनसंख्या का अनुपात दर्शाने वाले एक अनु-पूरक मानचित्र का संग्रह करने में वेस्टर गार्ड की 'नौकरी-अनुपात' संकल्पना का उपयोग भी किया था।[1]

मात्रात्मक प्रतीक

विन्दु

जनसंख्या के परम कुल वितरण को या जनसंख्या में पृथक तत्वों को, जैसे बेल्जियम या फ्रांस में पोल लोगों को, दिखलाने के लिए विन्दु प्रविधि का उपयोग किया जा सकता है। विन्दु मानचित्रों के बनाने में प्राविधिक समस्याओं को अध्याय 1 में संदर्भित किया जा चुका है (देखिये पृ० 24)। जनसंख्या के मानचित्रों में, यदि प्रत्येक विन्दु का मान अत्यधिक वड़ा है तो विरले बसे क्षेत्र बिल्कुल नहीं प्रदर्शित होंगे, और यदि वह अत्यन्त छोटा है तो घने बसे क्षेत्रों में विन्दु सट जायेंगे। चित्र 143 में घने बसे पैरिशों में विन्दुओं को छोड़

1. R. Lawton, 'The Daily Journey to Work,' *The Town Planning Review*, अंक 29, पृ० 241-57 (लिवरपूल, 1959)।

टूटी हुई रेखा जनगणना विवरणियों के तथा संकटों की ज्ञात तिथियों के आधार पर रूपरेखित जनसंख्या वक्र को दिखलाती है। ठोस रेखा वृद्धि के सैद्धान्तिक वक्र को दर्शाती है। दोनों वक्र चार बिन्दुओं पर विचलित होते दिखलायी देते हैं, जो क्रास के द्वारा चिह्नित हैं। विचलन की मात्राओं का प्रतिशत आधार पर परिकलन किया गया है और परिवर्तिता गुणांक (V) को गेडिस के सूत्र से ज्ञात किया गया है।

देने तथा उनको बिल्कुल काला रंग देने की युक्ति अपनायी गयी है, किन्तु यह समस्या का कदाचित ही कोई सही हल है। यदा-कदा विशेष कार्यों के लिए दो आकार के विन्दुओं का उपयोग किया जा सकता है (चित्र 165)।

सामान्यत: जिस क्षेत्र की जनसंख्या को विन्दुओं के द्वारा दर्शाया जाय, उसकी सीमाओं में विन्दुओं को एक समान वितरित करना होता है किन्तु छोटे मान के विन्दुओं को मकानों के वितरण के अनुसार रखना सम्भव है। इसमें, वास्तव में, स्थलाकृतिक मानचित्रों तथा प्लैनों को देखना पड़ता है। नगरीय जनसंख्याओं के विन्दु मानचित्रों को अक्सर इस प्रकार दिखलाया जाता है कि प्रत्येक मकान, या मकानों के प्रत्येक समूह, पर 5 या अधिक व्यक्तियों के मान वाला एक विन्दु रखा जाय।[1]

ब्रिटेन में 1 : 2,500 के नगरीय प्लैनों का उपयोग करते हुए 1 विन्दु प्रति 5 व्यक्ति की मापनी व्यावहारिक पायी गयी है। इस सम्बन्ध में आँकड़ों को निर्वाचन पंजियों से निकाला जा सकता है। चूँकि 21 वर्ष से कम के व्यक्तियों को इस सूची में नहीं रखा जाता, इसलिए यह आवश्यक है कि आँकड़ों को परिशुद्ध करने के लिए एक गुणक का प्रयोग किया जाय, जो कुल निर्वाचन जनसंख्या के साथ कुल स्थानीय जनसंख्या के अनुपात से परिकलित किया गया है। प्लैनों पर निवास सम्पत्तियों तथा मकानों की क्रम संख्याओं की स्थिति जानने के लिए स्थलीय अध्ययन भी आवश्यक है।[2]

जहाँ कहीं स्थानीय ग्राम क्षेत्रफलों या स्थानीय सीमाओं के ब्यौरे की सूचना का अभाव हो वहाँ पर विस्तृत रूप से प्रकीर्ण ग्रामीण जनसंख्या के मानचित्रण के सम्बन्ध में यह कहा जा सकता है कि, विन्दु विधि अपना विशेष स्थान रखती है। आर० एम० प्राँथेरो ने उत्तरी नाइजीरिया जैसे भू-भागों में जनसंख्या के वितरण के मानचित्रण की समस्याओं की ओर ध्यान आकर्षित किया है तथा उनके सम्भव निवारणों का सुझाव दिया है।[3] इनकी राय में, "जनसंख्या दिखलाने के किसी भी प्रयास में विन्दु वितरण मानचित्र प्रथम आवश्यकता प्रतीत होती है।"

---

1. ऐसे मानचित्र W. William-Olsen, 'Stockholm,' *Geographical Review*, अंक 30, पृ० 420-38 (न्यूयार्क, 1940) में देखिये। W. Applebaum ने 'Technique for Constructing a Population and Urban Land Use Map,' *Economic Geography*, अंक 28, पृ० 240-3 (वॉरसेस्टर, मैसा०, 1952) में एक रोचक प्रविधि प्रयोग की गयी है। इन्होंने एक नगरीय भूमि-उपयोग मानचित्र बनाया था, जिसमें औद्योगिक, व्यापारिक तथा अन्य संवर्ग छायाकृत, तथा निवास क्षेत्र सफ़ेद थे। अन्तिम में इन्होने विन्दु लगाये थे (1 विन्दु = 20 व्यक्ति) जो कि उनके निवास के कमरों (apartments) के ब्लाकों (blocks) के अनुसार अवस्थापित किये गये थे।
2. A. J. Hunt तथा H. A. Moisley, 'Population Mapping in Urban Areas,' *Geography*, अंक 45, पृ० 78-89 (लन्दन, 1960)।
3. R. M. Prothero, 'Problems of Population Mapping in an Under-developed Territory,' *Nigerian Geographical Journal*, अंक 3 (इबादान, 1960)।

समानुपातिक वर्ग, वृत्त तथा आकृतिक प्रतीक

प्रत्येक गणन इकाई की कुल जनसंख्या को वर्ग या वृत्त के द्वारा समानुपातिक आकार के एक प्रतीक से दर्शाया जा सकता है। विभिन्न जनसंख्या संसाधनों की राजनैतिक तथा आर्थिक सार्थकता को दिखलाने के लिए देशों के अनुसार जनसंख्या के वितरण के प्रदर्शन में ये प्रतीक विशेष रूप से उपयुक्त होते हैं। उदाहरण के लिए जनसंख्याओं तथा भूमि के क्षेत्रफलों की तुलना करने के लिए विभिन्न प्रदेशों, देशों या राज्यों की जनसंख्याओं के आकार से समानुपातिक आयतों को उनकी लगभग ठीक भौगोलिक स्थिति में समूहों में रखा जा सकता है। इन्हें बारीकीपूर्ण वितरण दिखलाने के लिए भी काम में लाया जा सकता है, किन्तु इस दशा में यह समस्या उत्पन्न होती है कि प्रतीकों की ऐसी मापनी चुनी जाय कि छोटी जनसंख्याओं में प्रभेद किया जा सके और फिर भी बड़ी जनसंख्याएँ अपने निकट की छोटी जनसंख्याओं को छिपा न दें (चित्र 141-2)। इस विधि से सम्बन्धित हानियों में पहिली यह है कि अनेक प्रदेशों में पाये जाने वाले जनसंख्या के घनत्व के चरम परिसर के कारण, प्रतीक अक्सर एक दूसरे को ढक लेते हैं और इस कारण से मानचित्र बनाने तथा उसकी व्याख्या करने में कठिनाई होती है, तथा जिस क्षेत्र को कोई प्रतीक दर्शाता है उससे उसकी समानता पहिचानने में आँख को कठिनाई होती है और यह विधि जनसंख्या के घनत्व को तत्परता से व्यक्त नहीं करती है। देशों की जनसंख्याओं को क्रमशः उनकी आकृति से मिलते हुए प्रतीकों के द्वारा समानुपातिक रूप में भी दर्शाया जा सकता है, और इस प्रकार से एक तात्कालिक चाक्षुण प्रभाव उत्पन्न हो सकता है, जैसा कि चित्र 190 में है।

जनसंख्या की मानव जातीय संरचना (चित्र 166),[1] तथा व्यावसायिक संरचना (चित्र 118), को प्रभावपूर्णता से दिखलाने के लिए समानुपातिक वृत्तों तथा वर्गों का प्रयोग किया जा सकता है, तथा प्रवास दिखलाने के लिए विशेषकर बड़े नगरों में आप्रवास[2] तथा

---

1. l' Acadèmie Techèque, *Atlas de la Rèpublique Tchècoslovaque*, (प्राग, 1935) में समानुपातिक वर्ग विधि के द्वारा राष्ट्रीयताओं का एक अत्युत्तम मानचित्र देखिये।

2. G. T. Trewartha तथा W. Zelinsky, 'Population Distribution and Change in Korea, 1925-1949', *Geographical Review*, अंक 45, पृ० 1-26 (न्यूयार्क, 1955) में विविध जनसंख्या मानचित्र देखिये। परम परिवर्तन के एक मानचित्र में (पृ० 24 के सम्मुख) ग्रामीण इकाइयों में वृद्धि के लिए काली समानुपातिक चक्रिकाओं का उपयोग किया गया है, ग्रामीण इकाइयों में ह्रास के लिए विन्दुमय चक्रिकाओं का, तथा नगरीय इकाइयों में वृद्धि के लिए विकर्ण छायाकृत चक्रिकाओं का। H. W. H. King ने 'The Canberra—Queanbeyan Symbiosis : A Study of Urban Mutualism,' *Geographical Review*, अंक 44, पृ० 114 (न्यूयार्क,1954) में जनसंख्या के योगों में समय परिवर्तनों को दिखलाने के लिए समानुपातिक वृत्तों के उपयोग का एक रोचक उदाहरण प्रस्तुत किया है। प्रत्येक नगर के लिए त्रिज्याओं के सिरे पर समानुपातिक चक्रिकाएँ रख कर, इन्होंने प्रत्येक अन्तर्जनगणनीय अवधि पर, 1841-1947, में जनसंख्या के योग दिखलाये थे; इस आरेख को समयलेखी (Chronograph) कहा गया था।

कुल जनसंख्याओं में समय के साथ परिवर्तनों को दिखलाने के लिए भी ऐसा किया जा सकता है।[1]

समानुपातिक गोले तथा घन

अध्यारोपण की कठिनाई को दूर करने के लिए वृत्तों तथा वर्गों के बजाय समानुपातिक गोलों तथा घनों का उपयोग किया जा सकता है। तीसरी विमा सम्मिलित करके घनत्व के अधिक बड़े परिसर को अधिक प्रभावपूर्णता से दिखलाना सम्भव हो जाता है (देखिये पृ० 27-30)। गोलाई (Sphericity) का भ्रम उत्पन्न करने के लिए प्रतीकों का छायाकरण आवश्यक है (चित्र 142)। प्रत्येक केन्द्र पर जनसंख्या के बृहत् औद्योगिक कार्य के अनुसार गोलों को रंग कर एक और परिष्कार उत्पन्न किया जा सकता है; इस प्रकार से आर्थिक संरचना का एक अतिरिक्त संकेत मिल जाता है।[2] यदि वर्गीकरण बहुत अधिक जटिल न हो तो व्यवसायों के वितरणों को भी गोले प्रतीकों से दिखलाया जा सकता है क्योंकि इन्हें बिना कठिनाई के समूहों में रखा जा सकता है।

विन्दु तथा वृत्त

किसी अकेली प्रविधि से सामान्यत: सम्बन्धित कठिनाइयों को दूर करने के लिए दो या अधिक प्रविधियों को एक साथ प्रयोग करके लाभ उठाया जा सकता है। उदाहरण के लिए, जनसंख्या के वितरण को, विशेषकर महाद्वीपीय मापनी पर दिखलाने के लिए विन्दुओं तथा वृत्तों का उपयोग किया जा सकता है। अत विन्दुओं के द्वारा ग्रामीण जनसंख्या का प्रकीर्णन दिखला सकते हैं तथा वृत्तों के द्वारा नगरों की जनसंख्या को (चित्र 140)।[3]

इस प्रकार के एक मिश्र मानचित्र में यह वांछनीय है कि प्रतीक एक दूसरे से सम्बन्धित हों, जिससे कि बिन्दु का आकार वृत्त के आकार के साथ संमेय (Commensurate) रहे। यदि, उदाहरण के लिए, $\frac{1}{10}$ इंच व्यास का विन्दु 10,000 व्यक्तियों को दर्शाता है तो दस लाख के नगर को 1″ व्यास के वृत्त से प्रदर्शित करना चाहिए। गणित के द्वारा व्यक्त करने पर यह सम्बन्ध निम्न प्रकार का है :

$$\frac{\text{वृत्त का व्यास}}{\text{विन्दु का व्यास}} = \frac{\sqrt{1{,}000{,}000}}{\sqrt{10{,}000}} = \frac{10}{1}$$

1. उदाहरण के लिए, Ministry of Town and Country Planning, Population Maps देखिये।

2. उदाहरण के लिए, *Ekonomisk-Geografisk Karta över Sverige*, 1 : 1,000,000 (1940 की जनगणना पर आधारित तथा W. William-Olsson, स्टाकहोम, द्वारा निर्मित) देखिये।

3. W. Coulter, 'A Dot Map of Distribution of Population in Japan *Geographical Review*, अंक 16, पृ० 283-4 (न्यूयार्क, 1926)।

एक विन्दु के लिए 10,000 का मान, महाद्वीपीय मापनी पर भी ग्रामीण जनसंख्या वितरण को दिखलाने के लिए अक्सर अत्यधिक बड़ा होता है। यदि इससे छोटा मान लिया जाता है तो नगरीय जनसंख्या केन्द्रों को दर्शाने वाले वृत्त संगति में अधिक बड़े हो जाते हैं। यदि इन्हें छल्लों की भाँति भी बनाया जाय, जिससे कि निकटवर्ती ग्रामीण जनसंख्याएं न छिपें तो भी उनका आधार अव्यावहारिक हो जाता है। उदाहरण के लिए, आस्ट्रेलिया में ग्रामीण जनसंख्या के वितरण को दर्शाने के लिए 1,000 का विन्दु मान भली-भाँति लिया जा सकता है, किन्तु चूँकि कुछ बड़े आस्ट्रेलियाई नगरों में दस लाख से भी अधिक जनसंख्याएँ हैं, अतः उन्हें दस इंच व्यास के वृत्तों से दर्शाना होगा।

विन्दु तथा गोले

ग्रामीण तथा नगरीय जनसंख्या के प्रतीकों को संमेय बनाने के लिए और साथ ही उनका चित्रण व्यावहारिक रखने के लिए, नगरीय जनसंख्याओं को घनों या गोलों के द्वारा त्रिविमीय दिखलाया जा सकता है। ऊपर सन्दर्भित, आस्ट्रेलिया के जनसंख्या वितरण में 'दस लाख वाले' नगरों में प्रत्येक को गोले से दिखलाया जा सकता था, जिसका व्यास $\sqrt{10}$ इंच होगा, जो कि खीचने में एक अधिक व्यावहारिक आकार है। जनसंख्या के वितरण को इस तरीके से दिखालाने में कई लाभ हैं और यह घनत्व का एक अच्छा प्रभाव उत्पन्न करता है। इसे सर्वप्रथम स्वेडन के भूगोलवेत्ता स्टेन डी० गियर ने प्रभाव के साथ प्रयोग किया था।[1]

समूहीकृत वर्ग (Grouped Squares)

किसी जटिल मानव जातीय संरचना को दिखलाने का कदाचित सबसे सन्तोषजनक तरीका यह है कि जिस स्थान पर जनसंख्या का सबसे अधिक घना होना ज्ञात हो वहाँ पर प्रतीकों को समूह में रखा जाय। बड़ी मापनी के स्थलाकृतिक मानचित्रों को देखकर बसाव के प्रतिरूप की जानकारी प्राप्त करनी होगी।

इस प्रकार के मानचित्र के लिए प्रतीक के आकार के चुनाव में कुछ सावधानी की आवश्यकता है। यह विचाराधीन क्षेत्र में स्थित जनसंख्या के घनत्व के परिसर पर निर्भर करता है। यह आवश्यक नहीं है कि भूमि पर जैसी स्थिति पायी जाती है उसके अनुसार प्रतीक की मापनी का परिकलन किया जाय। यह अधिक सरल होगा कि चुने हुए आधार मानचित्र से ही यह कार्य प्रत्यक्ष किया जाय। यदि जिस प्रशासनिक इकाई पर सबसे अधिक घनत्व है, मानचित्र पर उसका क्षेत्रफल 2.5 वर्ग से० मी० आता है और उस इकाई की जन-

---

1. S. de Geer, 'A Map of the Distribution of Population in Sweden: Method of Prepearation and General Results', *Geographical Review*, अंक 12, पृ० 72-83 (न्यूयार्क, 1922)। ये मानचित्र स्वयं एक एटलस के रूप में—Karta över Befolkningens Fordelning i Sverige den 1 januari, 1917, 1: 500,000, 12 प्लेटें (स्टाकहोम, 1919)—प्रकाशित हुए थे।

संख्या, उदाहरण के लिए, 40,000 है तो मानचित्र पर घनत्व का जो प्रतीक चुना जाय उसकी मापनी निम्नलिखित से बड़ी नहीं होनी चाहिए :

$\frac{40,000}{2.5}$ व्यक्ति प्रति वर्ग से० मी० = 160 व्यक्ति प्रति वर्ग मि० मी०

यदि प्रतीक की यह मापनी अपनायी जाय तो प्रत्येक मानव जातीय समूह में मानचित्र पर प्रत्येक 160 व्यक्तियों को एक मिलीमीटर वर्ग क्षेत्र छायाकृत भाग से दर्शाया जायेगा। मिलीमीटर वर्गों को आकृतियों में जोड़ दिया जाता है, या कि नगरों के लिए वृत्तों में सम्मिलित कर देते हैं, और स्थलाकृतिक मानचित्रों से प्राप्त जानकारी के अनुसार मानचित्रों पर सही स्थान पर अवस्थापित कर दिया जाता है (चित्र 167)। अतः, उपर्युक्त 40,000 जनसंख्या वाली प्रशासनिक इकाई को उसके आकार के संगत प्रतिरूप में विन्यासित वर्गों से भली-भाँति ढका जा सकेगा। तथापि, केवल 160 जनसंख्या वाली इकाई केवल एक मिलीमीटर का वर्ग होगा जो सबसे बड़े गाँव या बस्ती के स्थान पर अवस्थापित किया जायेगा। जो भी जनसंख्या इतनी छोटी हो कि है उसे दिखाया नहीं जा सकता, उसे एक निकटवर्ती जनसंख्या की इकाई में जोड़ दिया जाता है जिससे कि प्रत्येक मानव जातीय समूह का प्रत्येक व्यक्ति अन्तिम मानचित्र-पर प्रदर्शित हो जाता है।

प्रतीक की मापनी के चुनाव में एक कठिनाई होना सम्भव है। जहाँ बहुत बड़े नगर विचाराधीन हों वहाँ यह अनिवार्य है कि वे मापनी के चुनाव को नियन्त्रित करेंगे, जिसका कि ग्रामीण जनसंख्याओं के प्रदर्शन पर विनाशकारी प्रभाव होगा। अतः, इन नगरों पर अलग विचार करना चाहिए—और इन्हें कदाचित मानचित्र की सीमाओं पर वर्तुल आरेखों के द्वारा दर्शाया जायेगा या तद्स्थान (*in situ*) समानुपातिक गोलों को समूहीकृत करके। यदि इनमें से प्रथम का उपयोग किया जाय तो यह सावधानी रखनी चाहिए कि वही प्रतीकी मापनी ली जाय जो बाकी मानचित्र के लिये ली गयी है और नगरों की स्थिति को मानचित्र पर छल्लों के द्वारा दर्शाया जाय जो कि कुल जनसंख्या के समानुपातिक आकार के हों।

विशेष समानुपातिक प्रतीक

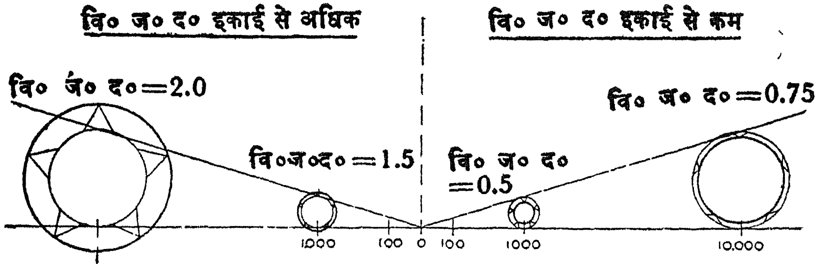
जनसंख्या की संरचना के विशेष लक्षणों के वितरण को दिखलाने के लिए विशेष प्रतीक बनाये जा सकते हैं। उदारहण के लिए, एच० जे० फ्लर ने योरप की विशुद्ध जनन की दर को दिखलाने के लिए, विशेष प्रतीक बनाये थे (चित्र 169)।[1] इस विषय में प्रतीकों को ऐसा बनाया गया था कि वे जनसंख्या के योगों तथा ऋणात्मक और धनात्मक जनन दरों को दिखला सकें।

सममान रेखाएं

जनसंख्या के मानचित्रों में सममान रेखाओं का उपयोग एक सीमित रूप में होता है। उन्हें महाद्वीपीय मापनी पर जनसंख्या के वितरणों तथा विशेषताओं को दिखलाने के

1. H. J. Fleure, *Problems of Population* (*in Europe*, मैनचेस्टर 1942)।

लिए मुख्यतः प्रयोग किया जाता है, जिसमें एक व्यापक चित्र प्राप्त करने के लिए स्थानीय विभिन्नताओं को निष्कोषित कर देना वांछनीय होता है।[1]



चित्र 169—विशुद्ध जनन दर के प्रतीक

पतली रेखाओं के वृत्त वास्तविक जनसंख्याओं के आकारों को दिखलाते हैं और मोटी रेखाओं के वृत्त, चालू विशुद्ध जनन दर से गुणा किये हुए जनसंख्या योग गुणांक को दिखलाते हैं। सम्बन्धित जनसंख्या आकारों में शक्य (potential) वृद्धि को बहिर्मुखी नोकों से तथा शक्य ह्रास को अन्तर्मुखी नोकों से दिखलाया गया है।

जनसंख्या का घनत्व

जनसंख्या के घनत्व को दिखलाने वाले मानचित्रों के निर्माण में प्रशासनिक इकाई को बड़ी सावधानी के साथ चुना जाता है।[2] उदाहरण के लिए, फ्रांस में कम्यूनों या ग्रेट ब्रिटेन में पैरिशों का उपयोग करने से सममान रेखाओं के अन्तर्वेशन में भारी कठनाई उत्पन्न होगी, क्योंकि इसमें बड़ी बारीकियाँ आ जाती हैं। अन्तर्वेशन के लिए विन्दुओं को या तो प्रशासनिक इकाई के भौगोलिक केन्द्र पर स्वेच्छा से स्थित किया जाता है या उस इकाई की जनसंख्या के सबसे बड़े केन्द्र पर और उसका मान उस इकाई में जनसंख्या का माध्य घनत्व होता है। इस प्रकार के अन्तर्वेशन की कार्य कुशलता अभ्यास से आती है। महत्वपूर्ण सममान रेखाओं को बना लेने पर अन्य सममान रेखाएँ सरलता से बना लेना सम्भव होता है। अक्सर यह आवश्यक होता है कि सममान रेखाओं के अन्तराल को चुनने के निर्णय की सहायता के लिए एक परिक्षेपण ग्राफ़ बनाया जाय।[3]

---

1. जनसंख्या घनत्व तथा वर्षा में सहसम्बन्धों के प्रयास में, उदाहरण के लिए, Arthur H. Robinson, 'Mapping the correspondence of Isarithmic maps', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 52, पृ० 414-25 (लंकास्टर, पे०, 1962) देखिये।
2. निर्माण की प्रविधियों का विवेचन J. W. Alexander तथा G. A. Zahorchak, 'Population Density Maps of the United States ; Techniques and Patterns', *Geographical Review*, अंक 33, पृ० 457-66 (न्यू यार्क, 1943) में किया गया है।
3. M. Pinna ने *Carta Della Densita della Populazione in Italia* (*Cens.* 1951) (Consiglio Nazionale della Richerche, 1960) में सममान रेखाओं के पक्ष में मजबूत तर्क तथा उदाहरण दिये हैं।

ऊपर यह देखा गया है कि सममान रेखा प्रविधि की सब से बड़ी कमी वितरण की बारीकियाँ दिखलाने में उसकी अनुपयुक्तता है। जिन क्षेत्रों में घनत्व की बड़ी विभिन्नताएँ मिलती हैं उनमें महत्वपूर्ण सममान रेखाओं को पहिचानना असम्भव होता है और सम्पूर्ण मानचित्र नगरों पर केन्द्रित सकेन्द्रीय वृत्तों की एक श्रेणी बन जाता है। यदि नगरीय जनसंख्याओं को गोलों से, तथा ग्रामीण जनसंख्याओं को सममान रेखाओं से दिखलाया जाय तो यह कमी दूर हो सकती है; इस विधि को, उदाहरणार्थ, मध्य ओक्लाहोमा में जनसंख्याओं का वितरण दिखलाने के लिए प्रभावपूर्णता से प्रयोग किया गया है।[1]

जैसा कि जे० सी० शर्मन ने सुझाव दिया है, जनसंख्या घनत्व की सममान रेखाओं में उच्चावचन छायाकरण का प्रयोग इतना सफल तो नहीं, फिर भी रोचक है।[2]

जीवन तथा मृत्यु की प्रत्याशा (Expectancy of Life and Mortality)

विभिन्न संवर्गों के जनसांख्यिकीय आँकड़ों को वर्णमात्री विधि से आलेखित करने का सन्दर्भ पहले ही दिया जा चुका है। तथापि, जब ऐसे आँकड़ों में विचरणों को महाद्वीपीय या ग्लोबीय मापनी पर आलेखित करना हो तो सममान रेखाएं उपयोगी कार्य करती हैं। उष्ण कटिबन्धीय संसार पर डी० एल० लिन्टन के उद्‌घाटन भाषण में इनके उपयोग का एक अच्छा उदाहरण मिलता है।[3] ये संसार में विभिन्न तिथियों पर जीवन की प्रत्याशा को सममान रेखाओं से दिखलाने वाले मानचित्रों का उपयोग करते हैं, तथा 50 वर्ष के ऊपर से आरम्भ करते हुए दस वर्ष के अन्तरालों पर जन्म के समय नर व्यक्तियों के जीवन की प्रत्याशा के आधार पर मृत्यु नियन्त्रण की प्रगति को समकालिक रेखाओं के द्वारा संक्षेप में प्रस्तुत करते हैं। जहाँ व्यापक प्रतिरूपों को दर्शाना आवश्यक हो, वहाँ जन्म दरों व उर्वरता आदि से सम्बन्धित विविध आँकड़ों में सममान रेखाओं का सरल प्रयोग किया जा सकता है। एक ही मानचित्र पर सम्बन्धित आँकड़ों के दो समुच्चयों को दिखलाना भी व्यावहारिक हो सकता है जैसा कि ए० टी० ए० लियरमॉन्थ ने मैसूर में हैजे की मृत्यु-संख्या के विश्लेषण में दिखलाया है (चित्र 152)। इस सन्दर्भ में प्रयुक्त आँकड़े माध्य मृत्यु-दर तथा परिवर्तिता के थे जिसे माध्य मृत्यु-दरों से माध्य परम विचलनों के प्रतिशत के रूप में मापा गया था।

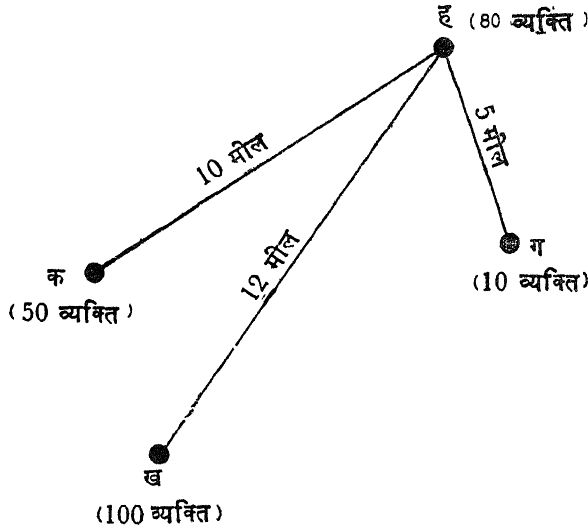
जनसंख्या विभव

जनसंख्या के विभव को आलेखित करने में भी सममान रेखाओं का प्रभावपूर्ण उपयोग

---

1. C. J. Bollinger, 'A Population Map of Central Oklahoma, *Geographical Review*, अंक 20, पृ० 283-7 (न्यू यार्क, 1930)।
2. J. C. Sherman, 'New Horizons in Cartography', *International Yearbook of Cartography*, (ed. E. Imhof) अंक 1, पृ० 13-19 (लन्दन, 1961)।
3. D. L. Linton, *The Tropical World. An Inaugural Lecture delivered in the University of Birmingham.* (बरमिंघम, 1961)।

हो सकता है।[1] यहाँ पर विभव शब्द का तात्पर्य जैसा भौतिकी में होता है वैसा तो नहीं किन्तु उससे कुछ मिलता-जुलता है; उदाहरण के लिए पृथ्वी पर किसी ग्रह के गुरुत्वाकर्षक प्रभाव को उस ग्रह के द्रव्यमान तथा पृथ्वी से उसकी दूरी के रूप में व्यक्त किया जा सकता है। पृथ्वी के किसी भाग पर जनसंख्या के संकेन्द्रण का एक दूसरे भाग पर प्रभाव को इस प्रकार व्यक्त कर सकते हैं कि उस संकेन्द्रण की जनसंख्या को उस स्थान की दूरी से विभाजित कर दें जहाँ पर इसके विभव को आँका जा रहा हो। इस विभव की, स्पष्टतः, बड़ी सांस्कृतिक



चित्र 170—जनसंख्या विभव का परिकलन

सामाजिक और आर्थिक तथा राजनैतिक सार्थकता भी है। इसे सममान रेखाओं के द्वारा मानचित्रित किया जा सकता है जिनका अन्तराल व्यक्ति प्रतिवर्ग मील में व्यक्त होता हो। उदाहरण के लिए, योरप के सम्बन्ध में किसी एक काउन्टी से लगभग मिलते-जुलते आकार की प्रशासनिक इकाइयों के केन्द्र पर अन्तर्वेशन के विन्दुओं को स्थित किया जा सकता है। फिर इनमें से प्रत्येक विन्दु पर विभव का निम्नलिखित सूत्र से परिकलन किया जाता है :

$$\frac{n}{d} = P$$

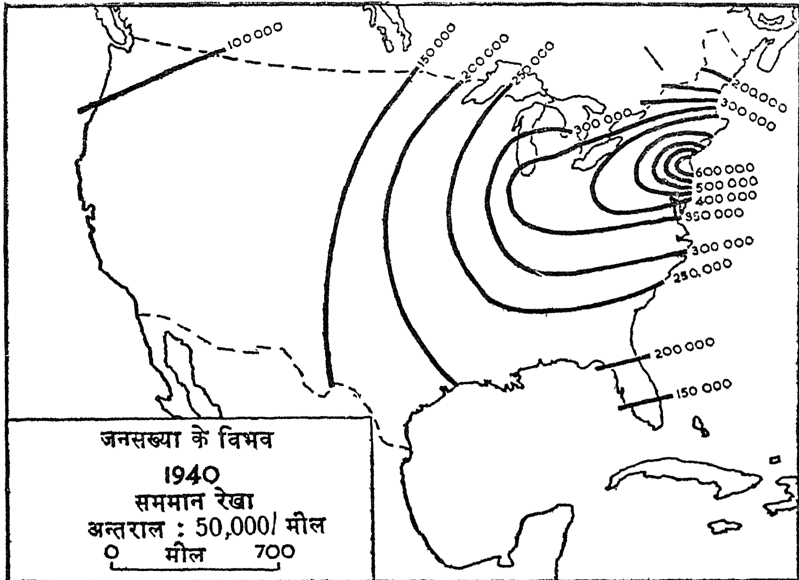
जबकि n **व्यक्तियों की संख्या है,** d **दूरी है तथा** P **विभव है।**

प्रत्येक काउन्टी के केन्द्र विन्दु पर जनसंख्या का विभव उस पर अन्य सभी केन्द्रों के प्रभाव के योग, धन उसके अपने ऊपर अपने प्रभाव के बराबर होगा। यह एक उदाहरण से

1. J. Q. Stewart, 'Empirical Mathematical Rules concerning the Distribution and Equilibrium of Population, *Geographical R eview*, अंक 37, पृ० 461-85 (न्यू यार्क, 1947)।

स्वतः स्पष्ट हो जायेगा। चित्र 170 पर ध्यान दीजिये, जिसमें क, ख, ग तथा ह् जनसंख्या के चार संकेन्द्रण दिये गये हैं। ह् पर व्यक्ति प्रति मील में विभव निम्न प्रकार होगे :

क से ह् को : $\frac{50}{10}$ = 5 व्यक्ति प्रति मील
ख से ह् को : $\frac{100}{12}$ = 8.33 व्यक्ति प्रति मील
ग से ह् को : $\frac{10}{5}$ = 2 व्यक्ति प्रति मील
अपना (ह्) : = 80 व्यक्ति प्रति मील
ह् पर विभव = 95.33 व्यक्ति प्रति मील



चित्र 171—सममान रेखाओं द्वारा संयुक्त राज्य के जनसंख्या विभव
J. Q. Stewart, 'Empirical Mathematical Rules concerning the Distribution and Equilibrium of Population,' *Geographical Review*, अंक 37, पृ० 476 (न्यू यार्क, 1947) पर आधारित।

यह समझा जा सकता है कि प्रत्येक स्थान पर विभवों के परिकलन में बहुत अधिक श्रम आवश्यक होता है, यदि उनकी संख्या अधिक हो। जब विभवों को परिकलित तथा आलेखित कर लिया गया, तो सममान रेखाओं को सामान्य तरीके से अन्तर्वेशित किया जाता है। इस प्रकार से तैयार मानचित्र महाद्वीपीय आकार के एक भू-भाग में एक स्थान पर अक्सर असामान्य संकेन्द्रण को प्रकट करते हैं (चित्र 171)।

मानव जातीय वितरण

राष्ट्रीयता के वितरण को सममान रेखाओं से दर्शाने वाले मानचित्रों के कुछ लाभ होते हैं, क्योंकि वे क्षेत्रों में विविध मानव जातीय समूहों के तुलनात्मक संकेन्द्रणों को दिखलाते

हैं, एक समूह तथा दूसरे में स्पष्ट विभाजकों को दिखलाते हैं, तथा मिश्रित क्षेत्रों को सीमांकित करते हैं।[1] सममान रेखाओं के अन्तर्वेशन के लिए, आँकड़ों को प्रत्येक मानव जातीय समूह के विषय में अलग ज्ञात किया जाता है। उदाहरण के लिए, कुल जनसंख्या में समूह क का प्रतिशत विचाराधीन सभी प्रशासनिक इकाइयों के लिए ज्ञात किया जाता है। सम्बन्धित इकाई के केन्द्र में प्रतिशत आलेखित कर दिये जाते हैं, और फिर वांछित बारीकी के अनुसार 10, 20 या 25 प्रतिशत के उपयुक्त अन्तरालों पर सममान रेखाएँ खींच दी जाती हैं। जहाँ कहीं अनेक समूहों पर विचार करना हो, वहाँ सममान रेखाओं को रंगीन बनाना चाहिए, जिससे कि उनमें प्रभेद किया जा सके (चित्र 168)।

विभाजित वृत्त

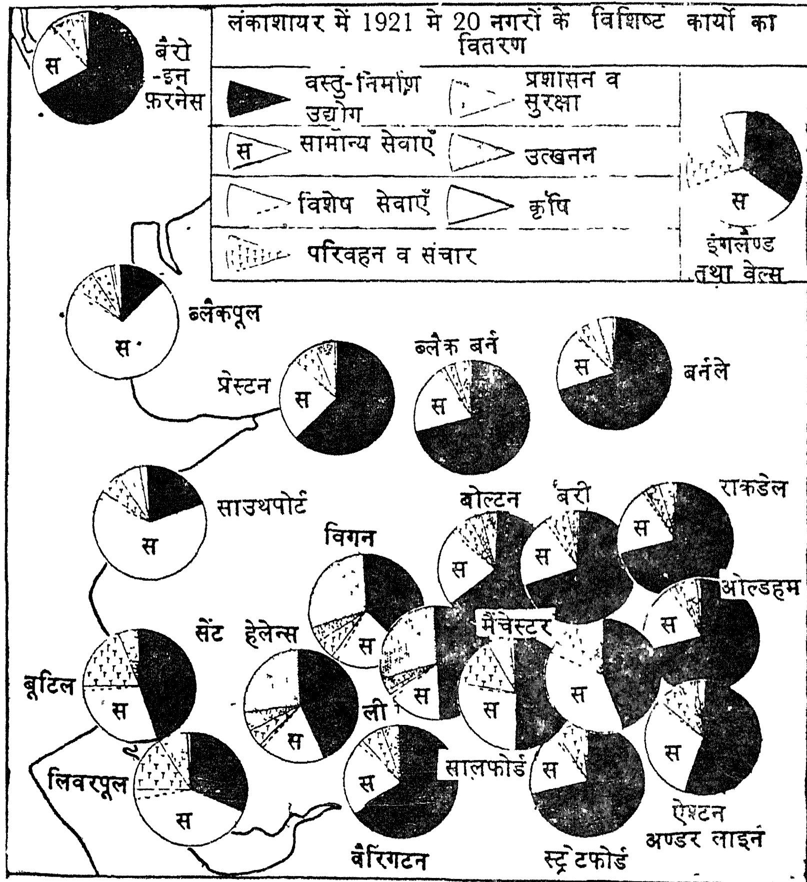
जनसंख्या की संरचना के लक्षणों को चित्र द्वारा समझाने में विभाजित वृत्तों {'वृत्तारेखों' ('pie-graphs')} का विस्तृत उपयोग होता है। किसी क्षेत्र में जनसंख्या के अवयव तत्वों को दिखलाने के लिए वृत्तों को विभाजित किया जाता है। इनके दो प्रकार मिलते हैं : (क) समानुपातिक वृत्त, जिनका आकार विचाराधीन जनसंख्या के अपने-अपने योगों के अनुसार बदलता है; तथा (ख) तुलनीय विभाजित वृत्त, जो मानक आकार के होते हैं और सामान्यत: जिनका उपयोग वहाँ पर किया जाता है जहाँ जनसंख्या के योग एक दूसरे से इतने भिन्न हैं कि समानुपातिक वृत्त बनाये जायें तो वे एक विन्दु से एक बड़े वृत्त तक भिन्न आकार के होंगे। जनसंख्या की मानव जातीय, प्रजातीय, सामाजिक, व्यावसायिक, औद्योगिक तथा आयु सम्बन्धी संरचना को दिखलाने के लिए इन दोनों प्रकारों का उपयोग हो सकता है। ग्रामीण बनाम (versus) नगरीय जनसंख्या, प्रवासी बनाम जन्म से मूल निवासी, निवास सम्बन्धी बनाम श्रमजीवी जनसंख्या, मानव जातीय अल्पसंख्यक बनाम बहुसंख्यक, जैसे मूल समानुपातों को दिखलाने के लिए दो-तत्वों में विभाजित वृत्त सबसे उपयोगी होते हैं (देखिये पृ० 296-7)। इन आरेखों का एक अन्य उपयोगी कार्य एक दशक से दूसरे में समय-परिवर्तनों को दिखलाना है, जैसे कि जनसंख्या के योगों में या प्रवासियों की संख्याओं में होने वाले परिवर्तन। यहाँ पर इन सभी प्रयोगों का विवेचन करने की इच्छा नहीं है, किन्तु लंकाशायर के कोई बीस नगरों में जनसंख्या की औद्योगिक संरचना के मानचित्रों का संदर्भ देते हुए, विभाजित वृत्तों के निर्माण के सिद्धान्तों को समझाया जा सकता है।

अवस्थापित विभाजित वृत्त

इस उदाहरण के लिए आँकड़ों को इंग्लैण्ड तथा वेल्स की 1921 की जनगणना के *Industry Tables* की तालिका 4 से लिया गया है, जिसमें कार्य के स्थान पर आधारित 400 उद्योगों में काम करने वाले व्यक्तियों की संख्या के ब्यौरे की सूची बनायी गयी है।

1. B. C. Wallis, 'The Distribution of Nationalities in Hungary', *Geographical Journal*, अंक 47, पृ० 177-88 (लन्दन, 1916)।

मानचित्रात्मक तरीके से समझाने के लिए इन औद्योगिक आँकड़ों का वर्गीकरण करने के अनेक तरीके हैं। इस विषय में इन्हें 'कार्य' ('fuction') के आधार पर सात संवर्गों में



चित्र 172—अवस्थापित तुलनीय विभाजित वृत्त

आँकड़ों का स्रोत: *Census of England and Wales*, 1921, *Industry Tables* (लन्दन, 1925)।

प्रत्येक नगर के आरेख की पूरे इंगलैण्ड तथा वेल्स के आरेख से तुलना करके, प्रत्येक नगर में कार्य के विशिष्टीकरण की मात्रा का कुछ अनुमान किया जा सकता है। लंकाशायर के अधिकांश नगर वस्तु निर्माण संवर्ग में आते हैं। उनके सघन वितरण के कारण प्रत्येक परिनगर बहुत सीमित रह जाता है और सेवाएँ अल्प-विकसित हैं। साउथपोर्ट तथा ब्लैक पूल में सेवाओं का असाधारण संकेन्द्रण तत्काल प्रकट हो जाता है। मैंचेस्टर, कार्यों के औसत वितरण के लगभग सबसे निकट रहता है, अत: उसका महानगरीय पद प्रतिबिम्बित होता है। इसके विपर्यास में, लिवर-पूल एक परिवहन नगर के रूप में उभरता है किन्तु इसमें औसत से अधिक सेवाएँ हैं।

बाँटा गया है, और यह कहा जा सकता है कि प्रत्येक संवर्ग जनसंख्या की कार्य सम्बन्धी सक्रियता को दर्शाता है। प्रत्येक संवर्ग में कार्य करने वाले कुल व्यक्तियों को कुल सातों में लगे हुए व्यक्तियों के प्रतिशत के रूप में परिकलित किया गया है और परिणामों को आलेखित किया गया है (चित्र 172)।

स्तम्भी आरेख

स्तम्भी आरेखों, के वास्तव में, ऐसे तीन प्रकार हैं जिन्हें जनसंख्या के आँकड़ों को समझाने के लिए उपयोग में ला सकते हैं : (क) सरल स्तम्भ, जिनसे मात्रात्मक आँकड़े दर्शाये जायें; (ख) मिश्र, जिनमें प्रत्येक स्तम्भ को संरचना सम्बन्धी पहलुओं को चित्रित करने के लिए उपविभाजित किया जाता है; और (ग) अध्यारोपित, जिनमें प्रादेशिक विभिन्नताओं को समझाने के लिए प्रसामान्य वितरणों से विचलन दिखलाये जाते हैं।[1]

अवस्थापित अध्यारोपित स्तम्भी आरेख

जनसंख्या के आँकड़ों के स्तम्भी प्रदर्शन के सिद्धान्त के उदारहण स्वरूप, तथा इसका उदाहरण देने के लिये कि प्रादेशिक विभिन्नताओं को दिखलाने के लिए स्तम्भी आरेखों को किस प्रकार उपयुक्त बनाया जा सकता है, स्तम्भी आरेखों के अवस्थापन तथा अध्यारोपण पर और अधिक पूर्णता के साथ विचार करना उचित होगा। जो उदाहरण लिया गया है, वह इंग्लैण्ड तथा वेल्स की 1921 की जनगणना के *Indstry Tables* से लिये गये आँकड़ों को चित्र द्वारा समझाता है। ये आँकड़े गणन के स्थान के बजाय कार्य करने के स्थान पर आधारित हैं, अतः इन्हें उद्योग का स्थान बतलाने के लिए उपयोग में लिया जा सकता है (देखिये पृ० 302)। चित्र द्वारा समझाने के कार्य के लिए, चेशायर में 1921 में सबसे बड़े दस नगरों में से प्रत्येक में सब प्रकार के वस्तु निर्माण में लगे हुए कुल व्यक्तियों की संख्या पर विचार किया गया है और इन योगों को 6 बड़े संवर्गों में विभाजित किया गया है। प्रत्येक नगर के प्रत्येक संवर्ग में काम करने वाली संख्या को सब 6 संवर्गों में कुल काम करने वालों के प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया गया है। प्रत्येक दशा में इन स्तम्भी आरेखों को एक अन्य पर अध्यारोपित किया गया है जो पूरे इंग्लैण्ड तथा वेल्स के लिए प्रतिशतों को दिखलाये (चित्र 173)। इस विधि से प्रत्येक नगर की जनसंख्या की वस्तु निर्माण सम्बन्धी संरचना स्पष्ट रूप से प्रदर्शित हो जाती है तथा निरीक्षण के द्वारा औद्योगिक व्यवसायों के 6 संवर्गों के स्थानीकरण की कोटि को शीघ्रता से समझा जा सकता है।

इस बहुमुखी प्रविधि का एक अन्य रोचक उदाहरण लन्दन की शिखर-अवधि यात्रा में इसका प्रयोग है। शिखर-अवधियों में 15 मिनट के अन्तरालों पर प्रातःकाल आने वाले

1. United States Department of Commerce, Bureau of Census, *Statistical Atlas of the United States* (वाशिंगटन, 1935) में अनेक सुनिर्मित स्तम्भी आरेख मिलते हैं।

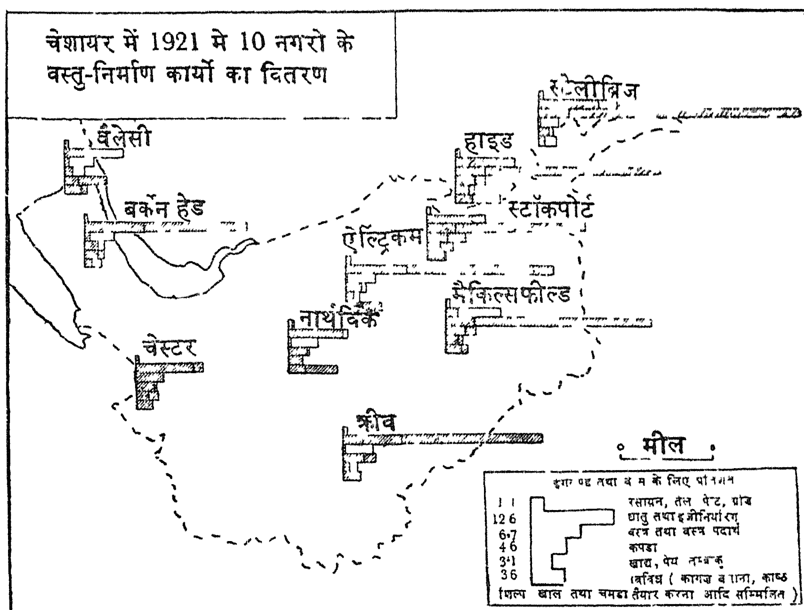
तथा सायंकाल जाने वाले यात्रियों की संख्या को आने तथा जाने के स्थानों पर अध्यारोपित स्तम्भी आरेखों से सुविधा के साथ दिखलाया जा सकता है, और इस प्रकार से यातायात के परिमाण तथा वितरण का आलेखी चित्र उभरता है।[1]

पिरैमिड

जनसंख्या के विशिष्ट मात्रात्मक आँकड़ों को दर्शाने वाले स्तम्भों को पिरैमिड के रूप में व्यवस्थित किया जा सकता है। इस प्रकार के पिरैमिडों को मुख्यतः जनसंख्या की वृद्धि तथा जनसंख्या के संघटन के विश्लेषण में प्रयोग किया जाता है।

आयु तथा लिंग के पिरैमिड

किसी जनसंख्या की लिंग तथा आयु संरचना प्रदर्शित करने का सबसे सरल तरीका यह है कि उसे आयु-समूहों के एक पिरैमिड के रूप में बनाया जाय, जिसमें एक ओर पुरुष तथा दूसरी ओर स्त्रियाँ हों और जिसका आधार सबसे कम आयु के समूह को दर्शाता हो, तथा शिखर सबसे अधिक आयु वाले समूह को (चित्र 174)। इन पिरैमिडों में एक-एक



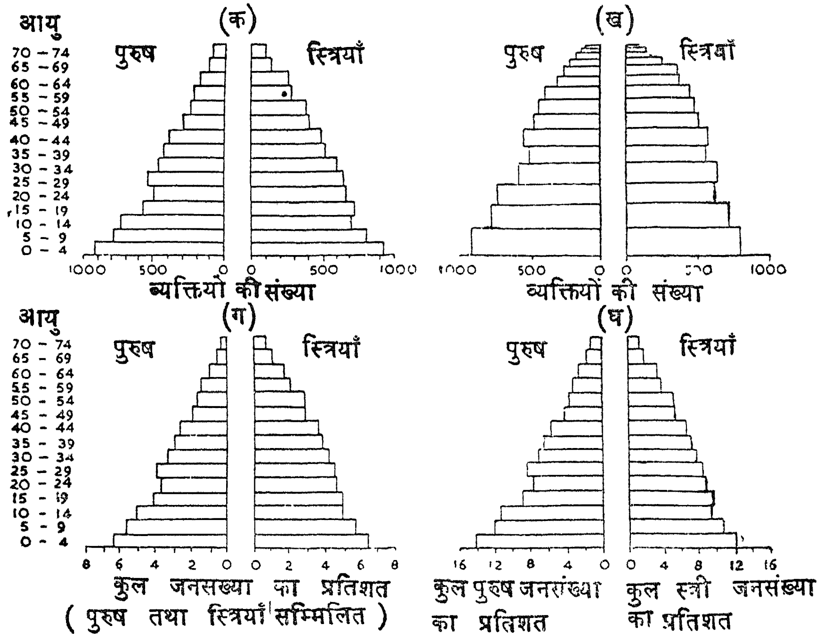
चित्र 173—अवस्थापित अध्यारोपित स्तम्भी आरेख

आँकड़ों का स्त्रोत : *Census of England and Wales*, 1921, *Industry Tables* (लन्दन, 1925)।

---

1. *Administrative County of London Development Plan*, 1951 *Analysis* (लन्दन, 1951)।

वर्ष का समूह रखा-जा सकता है, जिस दशा में पिरैमिड में नब्बे या और अधिक सीढ़ियाँ हो सकती हैं, या जैसा कि अधिकतर किया जाता है, पाँच-वर्ष के या पंचवर्षीय समूह हो सकते हैं। अधिकांश कार्यों के लिए भूगोलवेत्ता को लिंग तथा आयु संरचना के विषय में जितनी पर्याप्त जानकारी आवश्यक होती है, उतनी पंच-वर्षीय समूहों पर आधारित पिरैमिडों से उपलब्ध हो सकती है। जैसा भी हो, एक वर्षीय समूहों के विषय में विस्तृत स्थानीय जानकारी प्राप्त करना कठिन है, जबकि पंच-वर्षीय आँकड़े अन्तर्राष्ट्रीय विवरणियों में पृथक जनगणना विवरणियों में और कभी-कभी रजिस्ट्रार जनरल की विवरणियों में प्रकाशित होते हैं। पिरैमिड के रूप में पंच-वर्षीय आँकड़ों को आलेखित करने के तरीके में थोड़ी विभिन्नताएँ मिलती हैं; चित्र 174 में इनकी तुलना की गयी है।

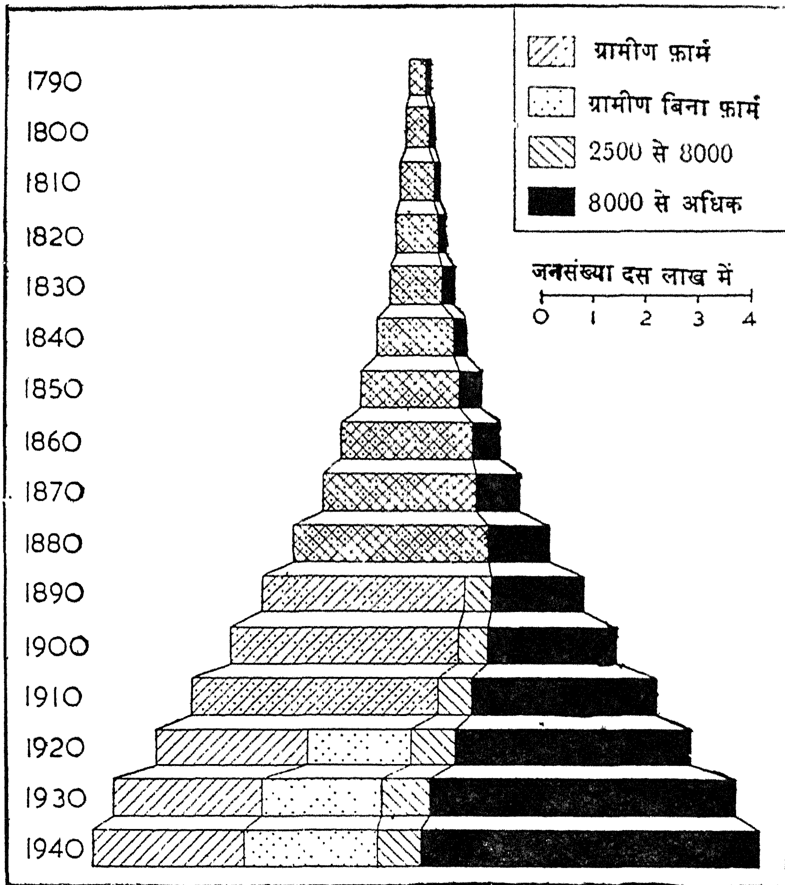


चित्र 174—जनसंख्या पिरैमिडों के प्रकार

आँकड़ों का स्रोत : *Census of England and Wales*, 1921, *County of Lancaster* (लन्दन, 1923)।

निरपेक्ष विधि—एक उपयुक्त मापनी चुन लेने के बाद जनगणना विवरणियों में दिये गये परम पंच-वर्षीय योगों से सीधे ही आँकड़ों को आलेखित कर दिया जाता है (उदाहरण क)। यदि केवल रेखीय मापनी प्रयोग की जाती है तो सभी पिरैमिड समान ऊँचाई के होंगे और उनकी आपेक्षिक चौड़ाई में विभिन्नता होगी। यदि पिरैमिड की प्रत्येक सीढ़ी की चौड़ाई को उसकी लम्बाई के समानुपातिक बनाया जाय तो पिरैमिडों की चौड़ाइयों

के साथ-साथ उनकी आपेक्षिक ऊँचाइयाँ भी भिन्न होंगी (उदाहरण ख)। इस दशा में पिरैमिड यथाकृतिक (orthomorphic) होते हैं और उनके आकारों की सरलता के साथ



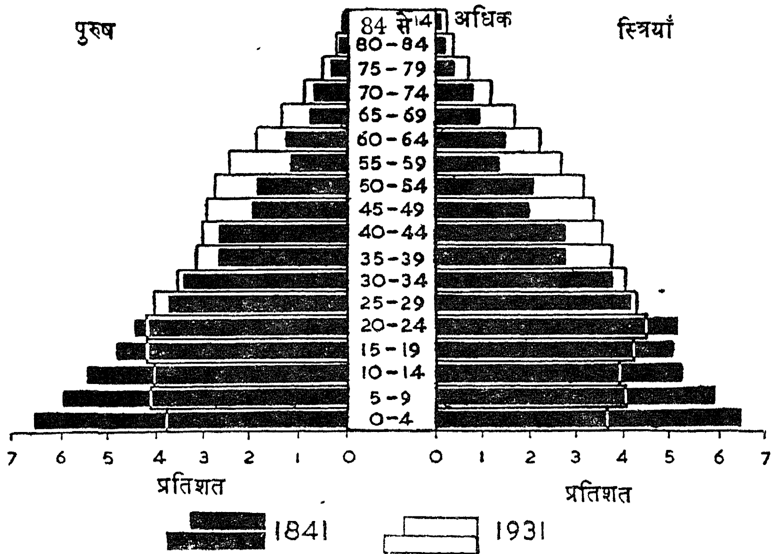
चित्र 175—मिश्र पिरैमिड

T. L. Smith, *Population Analysis*, पृ० 318 (न्यूयार्क, 1948) के एक आरेख से रूपांतरित।

प्रत्येक सीढ़ी को प्रत्येक जनगणना वर्ष की कुल जनसंख्या की समानुपातिक लम्बाई का बनाया गया है। फिर विभिन्न जनगणनाओं में अपनाये गये संवर्गों के अनुसार जनसंख्या के ग्रामीण तथा नगरीय तत्वों में उपविभाजित किया गया है। 1790 से 1880 तक केवल दो संवर्ग रखे गये थे और 8,000 से अधिक जनसंख्या वाले स्थानों को नगरीय प्रकृति का माना गया था। 1890 से 1910 तक तीन विभाग थे, जब कि 2,500 से अधिक जनसंख्या वाले स्थानों को सम्मिलित करने के लिए नगरीय संवर्ग को बढ़ा दिया गया था। 1920 से 1940 ग्रामीण संवर्ग को ग्रमीण फ़ार्म तथा ग्रामीण बिना-फ़ार्म में उपविभाजित कर दिया गया था।

तुलना हो सकती है।[1] फिर भी, उदाहरण के लिए, एक बड़े नगर से एक छोटी ग्रामीण बस्ती तक, ये पिरैमिड आकार में बहुत भिन्न होंगे।

तुलनीय विधि—भूगोलवेत्ता की प्रादेशिक भेदों की अपनी खोज में तुलनीय विधि बहुत व्यावहारिक होती है, जिसमें सभी आयु-समूहों को प्रतिशत मान दिये जाते हैं। इस विधि से कार्य करने के दो सम्भव तरीके हैं। या तो प्रत्येक बस्ती के प्रत्येक पुरुष आयु-समूह को कुल पुरुष जनसंख्या के प्रतिशत में व्यक्त किया जाय, और इसी प्रकार से प्रत्येक स्त्री समूह को (उदाहरण घ),[2] या प्रत्येक पुरुष तथा प्रत्येक स्त्री समूह को प्रत्येक बस्ती की कुल जनसंख्या के प्रतिशत में बतलाया जाय (उदाहरण ग)। बाद वाली विधि से यह लाभ है



चित्र 176—अध्यारोपित पिरैमिड

आँकड़ों का स्त्रोत : *Census of England and Wales*, 1931, *General Tables*, पृ० 151 (लन्दन, 1933)।

दो जनगणना वर्षों की लिंग यथा आयु संरचना में परिवर्तनों को दिखलाने के लिए दो तुलनीय पिरैमिडों को अध्यारोपित किया गया है।

---

1. D. Kirk, *op. cit.* (1946) में इस प्रकार से योरोपीय जनसंख्याओं के पिरैमिड बने हैं।

2. एक प्रयोग के लिए, H. Gille, 'Demographic History of the Northern European Countries', *Population studies*, अंक 3 (कैम्ब्रिज, 1949-50) में पिरैमिडों की एक श्रेणी देखिये।

कि वह विचाराधीन प्रत्येक बस्ती में लिंग तथा आयु विचरणों के यथार्थ पूर्ण दृष्य को प्रस्तु करती है (चित्र 177)।

मिश्र पिरैमिड

लिंग तथा आयु संरचना के अतिरिक्त और भी लक्षणों को चित्र द्वारा समझाने के लिए पिरैमिडों का उपयोग हो सकता है। उदाहरण के लिए, पिरैमिड की सीढ़ियों से किसी देश में प्रवासियों के दस-वर्षीय योगों को दर्शाया जा सकता है; जिनमें सबसे प्रारम्भिक को शिखर पर तथा सब से अन्तिम गणनाओं को आधार के द्वारा दर्शाया जाये। फिर प्रत्येक सीढ़ी को उपविभाजित करके प्रवासी धारा की मानव जातीय संरचना, आयु संरचना, आदि को दिखला सकते हैं। किसी देश या प्रदेश की जनसंख्या के दशकीय योगों को भी इस प्रकार से दर्शाया जा सकता है, जिस दशा में ग्रामीण और शहरी जनसंख्या को पृथक करने के लिए उपविभाजन किया जा सकता है। इन पिरैमिडों को भली प्रकार बनाने में प्रत्येक सीढ़ी के बाद कुछ स्थान खाली छोड़ दिया जाता है जिसके बीच में घटक उपविभागों को मिलाने वाली रेखाएँ खींची जाती हैं (चित्र 175)।

अध्यारोपित पिरैमिड

किसी दिये गये प्रदेश में, समय की एक अवधि में जनसंख्या की संरचना के परिवर्तनों को दिखलाने के लिए आयु तथा लिंग पिरैमिडों को अध्यारोपित किया जा सकता है। इसी प्रकार से तुलना के उद्देश्य से भिन्न प्रदेशों की जनसंख्या को प्रदर्शित करने वाले पिरैमिड अध्यारोपित किये जा सकते हैं, या किसी वास्तविक जनसंख्या का एक परिकल्पित 'स्थिर' जनसंख्या पर पिरैमिड अध्यारोपण किया जा सकता है।[1] जनसंख्या वृद्धि की लय के विश्लेषण में बाद वाली विधि बड़ी उपयोगी है। यदि ऐसी तुलना करनी हो तो, वास्तव में, तुलनीय पिरैमिडों का उपयोग करना चाहिए (चित्र 176)। यह सावधानी भी रखनी चाहिए कि जिन आँकड़ों का उपयोग किया जाय वे एक ही प्रदेश से सम्बन्धित हों, और अक्सर यह आवश्यक होता है कि उपयोग में लाये गये आँकड़ों के दो समुच्चयों के अभिलेखन के बीच के समय में गणन क्षेत्रों में हुए परिवर्तनों पर विचार किया जाय।

जनसंख्याओं के 'प्रक्षेपण' को—जो कि भविष्य की जनसंख्याओं के पूर्वानुमान का एक तरीका है—प्रायः किसी प्रदेश विशेष के वर्तमान तथा प्रक्षेपित आयु एवं लिंग पिरैमिडों का अध्यारोपण करके समझाते हैं।[2] जनसंख्याओं को, विविध कारणों से, मुख्यतः नियोजन के उद्देश्य से प्रक्षेपित करते हैं। प्रक्षेपणों को यह मान कर किया जाता है कि या तो उर्वरता एवं मृत्यु की वर्तमान दरों के भविष्य में सततरहने की सम्भावना है या वे गिर

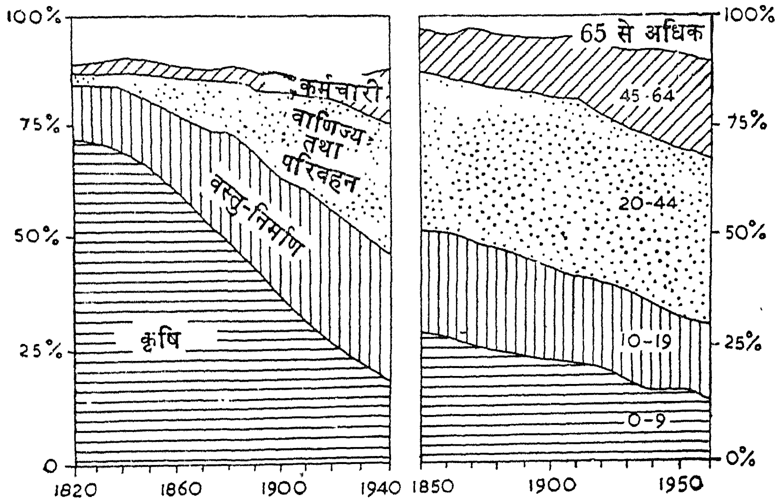
---

1. एक उदाहरण के लिए, P. Vincent, 'Retraitres et Immigration', *Population*, अंक 1, पृ० 234 (पेरिस, 1946) देखिये।
2. F. W. Notestein, *The Future Population of Europe and the Soviet Union* (जिनीवा, 1944) में चित्र द्वारा समझायी गयी विधि देखिये।

सकती हैं, अथवा वे एक 'वृद्धिघात वक्र', अर्थात् ऐसे वक्र के अनुसार व्यवहार कर सकती हैं जो तर्कपूर्ण आशाओं के अनुसार सन्तत रखा जाता है। यह निश्चित है कि यदि आयु-लिंग विशिष्ट जन्म तथा मृत्यु-दरें उपलब्ध हों तो जनसंख्या के प्रक्षेपण में कोई कठिनाई उपस्थित नहीं होती। किन्तु जन्म तथा मृत्यु-दरें समय की किसी अवधि में स्थिर नहीं रहती हैं, और फलस्वरूप इन कल्पनाओं पर आधारित प्रक्षेपणों की केवल एक सीमित उपयोगिता होती है।

विभाजित आयत

जहाँ पर तुलना करनी हो, वहाँ सामान्यतः ऐसे आयतों का उपयोग किया जाता है जिनकी लम्बाई 100 प्रतिशत दर्शाती हो और जो जनसंख्या के संरचनात्मक पहलुओं को दिखलाने के लिए उपविभाजित होते हैं। जो तुलनाएँ की जाती हैं वे या तो एक विशेष प्रदेश में विभिन्न समयों पर या भिन्न प्रदेशों में एक ही समय पर, एक जनसंख्या तथा दूसरी के बीच में हो सकती हैं।[1]



चित्र 178-9—व्यवसाय तथा आयु संरचना के विभाजित आयत

W. S. Thompson, 'La Population des Etats-Unis d' Amèrique', *Population*, अंक 3, पृ० 123 तथा 125 (पेरिस, 1948) पर आधारित।

चित्र 178, विविध जनगणना विवरणियों से प्राप्त आँकड़ों के आधार पर, यू० एस० ए० के वृहत् व्यावसायिक समूहों में, 10 से अधिक आयु वाले सवेतन कर्मियों (Paid workers) के प्रतिशत में परिवर्तनों को दिखलाता है। 'अन्य' के मिश्र संवर्ग को अछायाकृत छोड़ दिया गया है।

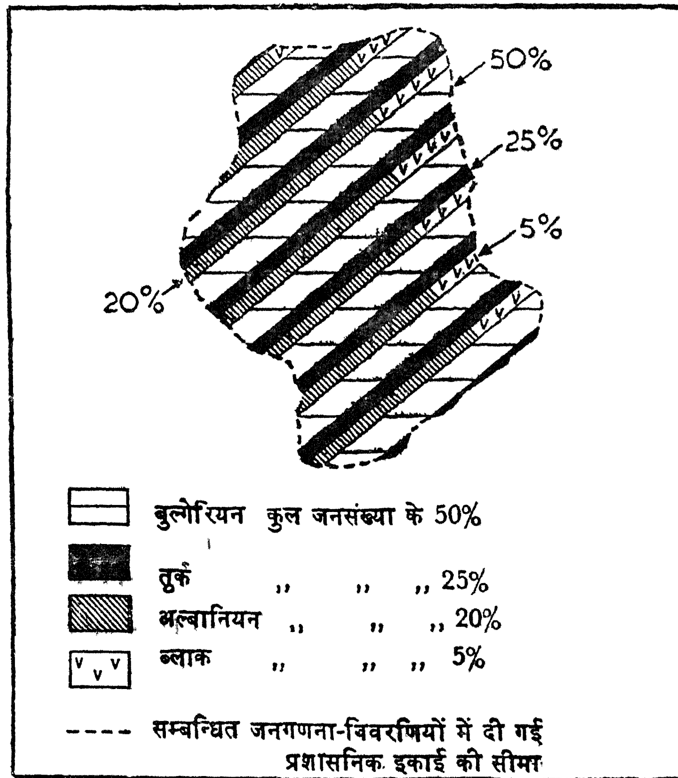
चित्र 179, विविध जनगणना विवरणियों तथा 1950-60 के लिए थाम्पसन के अपने अनुमान, दोनों के अनुसार, यू० एस० ए० की जनसंख्या की आयु संरचना में परिवर्तनों को दिखलाता है।

1 *Statistical Atlas of the United States op. cit.* (1935) में उदाहरणों को देखिये।

यह विधि एक दशक से दूसरे में व्यवसायों के अन्तरों को या आयु संरचना में परिवर्तनों को भली प्रकार दिखलाती है। प्रत्येक दशक के आँकड़ों को दिखलाने के लिए पृथक आयत बनाये जा सकते हैं, या सभी आँकड़ों को एक आयत में आलेखित कर के सम्बन्धित आलेखनों को मिलाते हुए सन्तत रेखा बना सकते हैं (चित्र 178-9)। इस प्रकार का आरेख वस्तुतः, एक प्रकार का मिश्र ग्राफ़ है। संरचना में परिवर्तनों के वितरण को एक उपयुक्त आधार मानचित्र पर अवस्थापित आयतों के द्वारा दिखलाया जा सकता है। अतः, 1912 तथा 1926 के बीच ग्रीक मेसीडोनिया की मानव जातीय संरचना में हुए परिवर्तनों को जुड़वाँ आयतों की एक श्रेणी से दर्शाया गया है, जिनमें से एक 1912 की तथा दूसरा 1926 की संरचना का है।[1]

विभाजित पट्टियाँ (Divided Strips)

जनसंख्या की संरचना के वितरण सम्बन्धी पहलुओं को दिखलाने की विभाजित पट्टी



चित्र 180—विभाजित पट्टी प्रविधि
H. R. Wilkinson, *op. cit.* (1951) पर आधारित।

1. 'Ethnographical Map of Greek Macedonia showing the proportion of the different ethnographical elements in 1912 and in 1926,' *Greek Refugee Settlement* (जिनीवा, 1926)।

विधि, विभाजित आयत विधि का एक परिवर्त (variant) है। जनसंख्या की मानव जातीय संरचना का सन्दर्भ देते हुए इसका उदाहरण दिया जा सकता है। यदि किसी मानव जातीय जटिल जनसंख्या में विविध राष्ट्रीयताओं के आपेक्षिक अनुपातों के वितरण को प्रशासनिक इकाइयों के आधार पर दर्शाना है, तो पहिले इकाई में प्रत्येक राष्ट्रीयता के समानुपातों का प्रतिशत के आधार पर परिकलन किया जाता है। फिर इन्हें, आधार-मानचित्र पर आलेखित करते हैं, जो कि प्रशासनिक इकाइयों की एक रूपरेखा होती है, किन्तु इसमें प्रत्येक प्रशासनिक इकाई को एक समान चौड़ी तिरछी पट्टियों में विभाजित कर दिया जाता है। प्रत्येक आसन्न पट्टी 100 प्रतिशत दर्शाती है और प्राथमिक इकाई की मानव जातीय संरचना को दिखलाने के लिए इन्हें विभाजित किया जाता है (चित्र 180)।

तारक-आरेख

विभिन्न जनसंख्या समूहों में प्रजाति, आयु संरचना, आदि की परस्पर बन्धुताओं को समझाने के लिए, जनसंख्या के अध्ययनों में तारक-आरेखों का उपयोग किया जा सकता है। मानचित्रण की सुविधा के लिए बन्धुताओं की माप अक्सर सूचकों के द्वारा की जाती है। यहाँ पर विधियों के उदाहरणस्वरूप प्रजातीय बन्धुताओं पर विचार किया जा सकता है, जैसा कि रुधिर-वर्ग सूचकों द्वारा माप करने पर मिलता है। विभिन्न प्रकार के रुधिर-वर्ग सूचक निकाले गये हैं। चार वृहत् चरों पर विचार करना है – प्रत्येक जनसंख्या समूह में उपस्थित, क्रमशः ए, ओ, बी तथा ए बी तत्वों के समानुपात। यादृच्छिक परीक्षण यह सुझाव देते हैं कि सामान्यतः पूरे संसार की जनसंख्या में ये समूह इस प्रकार के औसत समानुपातों में मिलते हैं, ए : 38 प्रतिशत; ओ : 37 प्रतिशत; बी : 18 प्रतिशत; तथा ए बी : 7 प्रतिशत, यद्यपि स्थानीय जनसंख्या में, इनके अनुसार, इन औसतों से काफ़ी भिन्न समानुपात मिलते हैं।[1] एन० लैहोवरी ने यह विचार प्रस्तुत किया कि दो जनसंख्याओं में परस्पर प्रजाति की बन्धुता स्थापित करने का एक तरीका यह हो सकता है कि उनके रुधिर-वर्ग अनुपातों की तुलना की जाय और परिणामों को एक सूचक के रूप में व्यक्त किया जाय, जैसा कि नीचे दिया गया है :

	जनसंख्या क	जनसंख्या ख	अन्तर
ए...	53	40	13
ओ...	27	45	18
बी...	13	10	3
ए बी...	7	5	2
योग...	100	100	36

36—अंक का अन्तर प्रजातीय बन्धुता के एक सूचक के रूप में कार्य करता है।

यदि इस आधार पर अनेक जनसंख्या समूहों की तुलना, किसी एक जनसंख्या समूह के साथ की जाय तो परिणामी सूचकों को कर्णवत् आलेखित कर सकते हैं जैसा कि चित्र 181

1. N. Lahovary, *Les Peuples Européens* (पेरिस, 1946)।

में है। अथवा संसार के औसत अनुपात से स्थानीय विचलनों का परिकलन किया जा सकता है।

तीर

तीरों को, जनसंख्या के अध्ययनों में, मुख्यतः जनसंख्या के संचलन या प्रवास को दिखलाने के एक तरीके की भाँति काम में लाया जाता है। इस विधि से केवल कुछ निश्चित संवर्गों के आँकड़े ही समझाये जा सकते हैं, क्योंकि, अस्पष्टता से बचने के लिए, किसी एक मानचित्र पर एक सीमित संख्या में ही तीर बनाये जा सकते हैं। इनका उपयोग निम्नलिखित को दिखलाने के लिए किया जा सकता है: (क) मौसमी श्रमिकों के संचलन की मुख्य धाराएँ, जैसे कि यू० एस० ए० के विषय में फल तथा ट्रक श्रमिकों, बेरी की फसल के काटने वालों, तथा गेहूँ काटने वालों का संचलन;[1] (ख) चलवासी या अर्ध-चलवासी समुदायों के मौसमी संचलन;[2] (ग) निवास स्थान से कार्य के स्थान को श्रमिकों का दैनिक संचलन;[3] (घ) देशों के बीच में और राज्यों के बीच में प्रवास का सन्तुलन;[4] (ङ) देहात से नगर को प्रवास; तथा (च) प्रवासों की दिशा के सामान्यीकृत प्रतिरूप।[5]

जहाँ पर प्रवास करती जनसंख्या के योगों की समानुपातिक मोटाई के तीरों का उपयोग होता है, वहाँ पर मानचित्र कुछ ही मोटे-मोटे तीरों से छिपने लगता है। इस कठिनाई को दूर करने के लिए तीरों तथा समानुपातिक प्रतीकों को सम्मिलित किया जा सकता है। संयुक्त राज्य में प्रवास के एक विशद अध्ययन में इस विधि को अच्छे प्रभाव के साथ प्रयोग किया गया है।[6]

---

1. T. L. Smith, *op. cit.* (1948), ने 'Streams of Inter-state Farm Labor Migration [in the United States] नामक मानचित्र में अवभेदित (differentiated) तीरों द्वारा ऐसे संचलन दिखलाये हैं।

2. ऐसे संचलन, एक मानचित्र, 'Formes de la Propriété Rurale' में J. Cvijèi, *La Pèninsule Balkanique* (पेरिस, 1918) प्रदर्शित देखिये।

3. ऐसे मानचित्र का एक अच्छा उदाहरण, जिसमें समानुपातिक मोटाई के तीरों का उपयोग है, F. Longstreth Thompson, *Merseyside Plan*, 1944 (लन्दन, 1945) में मिलता है।

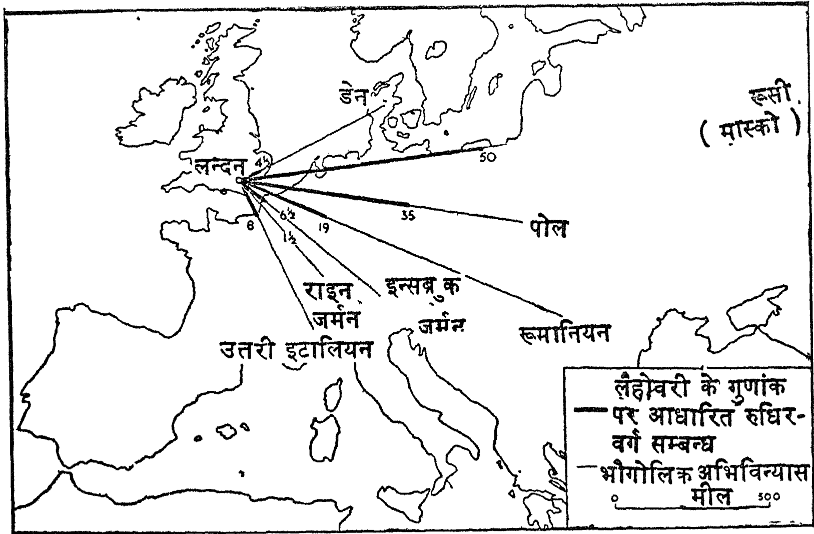
4. E. M. Kulischer, *Europe On the Move* (न्यू यार्क, 1948) में इसे एक मानचित्र से समझाया गया है।

5. J. Cvijic, 'Courants Métanastasiques dans le peuplement des Pays Serbe', *op. cit.* (1918)।

6. C. J. Galpin तथा T. B. Marny, *Inter-State Migrations among the Native White Popu'ation as Dindicated by Difference between State of Birth and State of Residence. A Series of Maps based on the Census*, 1870-1930 (यू० एस० डिपार्टमेन्ट आफ़ ऐग्रीकल्चर, वाशिंगटन, 1934)।

ग्राफ़

हाल के वर्षों में जनसंख्या के अध्ययनों में सांख्यिकीय प्रविधियों के प्रयोग ने जन-सांख्यिकीय अध्ययनों के क्षेत्र को विस्तृत तथा गहरा कर दिया है (देखिये परिशिष्ट)। स्पष्ट है कि समय की किसी अवधि में विशेष प्रवृत्तियों को चित्र द्वारा समझाने के समान ही सम्बन्धित आँकड़ों के विभिन्न समुच्चयों के बीच रेखीय सम्बन्ध स्थापित करने के लिए ग्राफ़ों का उपयोग किया जा सकता है। जनसंख्या के आँकड़ों को चित्र द्वारा समझाने में प्रयोग होने वाले ग्राफ़ इतने अधिक प्रकार के होते हैं कि वहाँ पर केवल कुछ चुने हुए ग्राफ़ों का ही विवेचन हो सकता है। आलेखी विश्लेषण के तात्विक (elemental) सिद्धान्तों को संक्षेप में दिया जा रहा है, और कुछ विशेष प्रकार के थोड़े से ग्राफ़ों का विस्तार के साथ विवेचन किया जा रहा है।



चित्र 181—प्रजातीय बन्धुताओं का एक तारक-आरेख। आँकड़ों का स्रोत : N. Lahovary, *Les Peuples Européens* (पेरिस, 1946)।

यह मानचित्र चुने हुए अंग्रेजी समूह (लन्दन से) तथा कुछ अन्य योरोपीय समूहों के बीच प्रजातीय बन्धुताओं को दिखलाता है, जैसी कि रुधिर-वर्ग की प्रतिक्रियाओं से मापी जाती हैं। मोटी की गई रेखाओं की लम्बाइयाँ प्रत्येक दशा में गुणांक के समानुपातिक रखी गयी है, जैसे कि पोलों का गुणांक 35 है, अत: मोटी रेखा 35 इकाई दर्शाती है। मोटी रेखा जितनी छोटी होती है, किन्हीं दो समूहों के बीच में बन्धुता उतनी ही घनिष्ट होती है।

सरल रेखा-ग्राफ़

परम वृद्धि ग्राफ़—जनसंख्या के अध्ययनों में प्रयोग होने वाला सब से परिचित ग्राफ़ कदाचित वह है, जो समय की किसी अवधि में परिवर्तनों को दिखलाता है। जनसंख्या के योगों को कोटियों की भाँति आलेखित किया जाता है, और समय के मानों को सामान्यत: दशक अवधियों में रखते हुए भुजों की भाँति (चित्र 182)। जब विन्दुओं का आलेखन हो गया हो तब उन्हें रूढ़ तरीके से छोटी सरल रेखाओं से मिला दिया जाता है, यद्यपि वास्तव में

ऐसे प्रक्रम से यह अनुमान करना त्रुटिपूर्ण होगा कि अन्तर्जनगणनीय अवधियों में एक समान वृद्धि लक्षित है।

प्रतिशत वृद्धि ग्राफ़—जनसंख्या के परम योगों को आलेखित करने के बजाय प्रतिशत वृद्धि के मानों को कोटियों की भाँति आलेखित करते हैं। विन्दुओं को मिला दिया जाता है और परिणामी रेखा के विषय में रूढ़ तरीके से यह मान लिया जाता है कि वह वृद्धि की दरों को दिखलाती है, जो कि या तो ऋणात्मक या धनात्मक हो सकती है (चित्र 182)।

पौली ग्राफ़

जन्म-दर, मृत्यु-दर तथा प्राकृतिक प्रतिस्थापन की प्रवृत्तियाँ—दरों को प्रति हज़ार मानों में, सदैव कोटियों की भाँति आलेखित किया जाता है और समय के मानों को भुजों की भाँति। मानों को स्वतन्त्र रूप में आलेखित किया जा सकता है और विन्दुओं को मिलाकर सरल रेखा-ग्राफ़ बनाया जा सकता है, किन्तु जैसा कि सामान्यतः अधिक होता है, जन्म-तथा मृत्यु-दरों को एक ही आरेख में आलेखित करते हैं और निरीक्षण से प्राकृतिक प्रतिस्थापन का अनुमान कर लिया जाता है (चित्र 183)।

और अधिक विश्लेषण के लिए जन्म, मृत्यु तथा प्रतिस्थापन की दरों को आयु-विशेष दरों में भंग किया जा सकता है। ग्राफ़ों को उसी प्रकार बनाते हैं, किन्तु सामान्य मानों के बजाय विभिन्न आयु तथा लिंग समूहों के मानों को कोटियों की भाँति आलेखित किया जाता है। आयु-लिंग विशेष दरों को और भी अधिक भंग करके प्रजातीय मान दिये जा सकते हैं, जैसे कि रंगीन तथा श्वेत के लिए।[1] ऐसी परम्परा है कि एक पूरी पीढ़ी के आँकड़े एक ग्राफ़ में दिखलाये जाते हैं, जिससे कि बहु रेखाओं में प्रभेद करने के लिए सावधानी आवश्यक होती है, क्योंकि वे एक दूसरी को काट सकती हैं (देखिये पृ० 33)। आयु-लिंग विशेष दरों को सामान्यतः पृथक वार्षिक मानों के बजाय पंच-वर्षीय मानों से आलेखित करते हैं, किन्तु एक वर्ष से छोटे बच्चों के विषय में अक्सर अपवाद किया जाता है जो कि अन्य आयु की तुलना में जीवन के इस काल में मृत्यु की आपेक्षित वारंवारता के कारण है।

जनसंख्या तथा रोज़गार का वितरण—ई० एम० हूवर तथा रेमंड वरनॉन ने न्यू यार्क मेट्रोपॉलिटन एरिया में जनसंख्या तथा रोज़गार के वितरण में परिवर्तनों का एक विशेष अध्ययन किया है।[2] इन्होंने इस काय के लिए उस क्षेत्र को प्रदेशों में विभाजित किया और इनके अध्ययन की उपयोगिता मुख्यतः इनकी प्रादेशिक तुलना विधि से उत्पन्न होती है। विशेष प्रवृत्तियों को चित्र द्वारा समझाने के लिए अनेक ग्राफ़ों का उपयोग किया गया है। सबसे प्रभावशील वे हैं जो एक ही आधार पर नगर के विभिन्न भागों में जनसंख्या की वृद्धि तथा ह्रास के वक्रों को दिखलाते हैं और उसी प्रकार से फुटकर (retail) वितरण

---

1. उदाहरण के लिए, T. L. Smith, *op. cit.* (1948) में ग्राफ़ों को देखिये।
2. E. M. Hoover तथा Raymond Vernon, *Anatomy of a Metropolis : The Changing distribution of People and Jobs within the* New *York Metropolitan Area* (कैम्ब्रिज, मैसा०, 1959)।

के परिवर्तनों, विभिन्न प्रदेशों में नौकरियों की संख्या तथा प्रकार, आय के क्षेत्रीय वितरण तथा कार्य पर पहुँचने के लिए तुलनीय यात्राएँ दिखलाते है।

अवस्थापित ग्राफ़

मानचित्र पर जिस प्रकार से स्तम्भो आरेख अवस्थापित होते हैं, उसी प्रकार से मानचित्र के उचित स्थानों पर रेखा-ग्राफ़ अवस्थापित किये जा सकते हैं (देखिये पृ० 347)। ए० गेडिस का वह मानचित्र जिसमें उन्होंने एक ही मानचित्र पर यू० एस० ए० के प्रत्येक राज्य में 1900 से 1950 तक के जनसंख्या परिवर्तन के ग्राफ़ को अवस्थापित किया था, इस प्रकार का एक उदाहरण है।[1]

निष्कोषित वक्र (Smoothed Curve)

जहाँ पर जनसंख्या की वृद्धि में या उर्वरता में दीर्घ-कालीन प्रवृत्तियों का विश्लेषण किया जा रहा हो, वहाँ पर वक्रों को निष्कोषित करने के लिए चालू माध्य काम में लाये जा सकते हैं (देखिये पृ० 210)। यदाकदा वक्र-फ़िट करने का भी उपयोग किया जाता है; इसमें अनुवांशिक समस्याएं इतनी अधिक जटिल हैं कि यहाँ पर उनका विवेचन नहीं किया जा सकता, और किसी भी दशा में ऐसे अवसर सचमुच बहुत कम होते हैं जब वक्र फ़िट करना एक न्यायोचित प्रक्रम हो।[2]

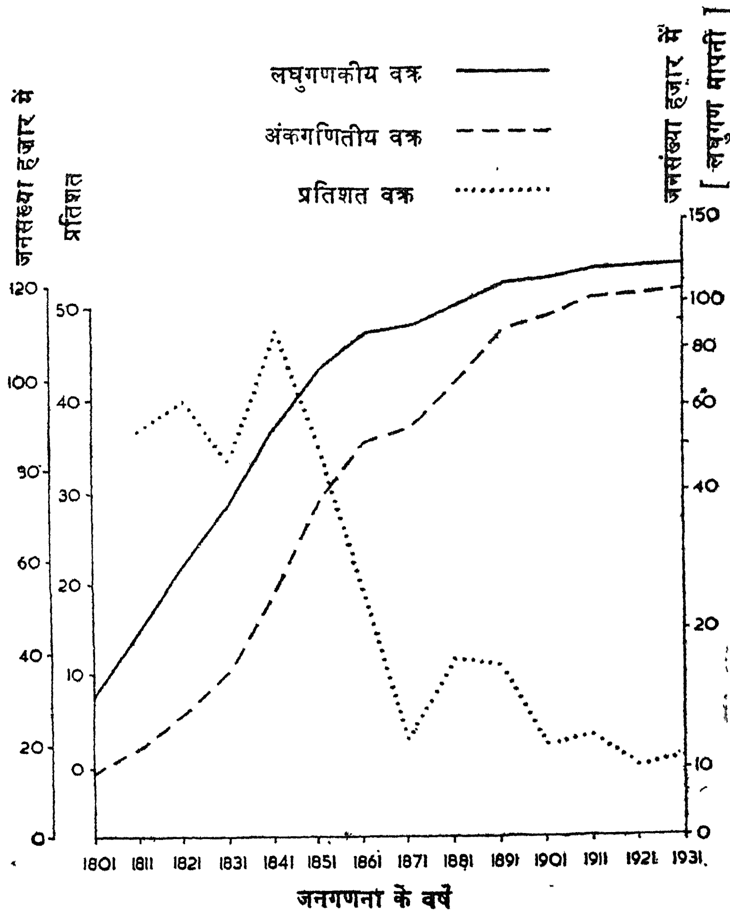
वारंवारता ग्राफ़

इनका उपयोग अधिकतर मृत्यु तथा उत्तरजीविता की दरों के परिवर्तन के विश्लेषण में विशेषकर किया जाता है। उदाहरण के लिए, 0 से 100 तक आयु वर्षों को भुजों की भाँति आलेखित किया जा सकता है, तथा 10, 000 में से पुरुष तथा स्त्री उत्तरजीवितों को कोटियों की भाँति। इस चौखटे का उपयोग करते हुए, फिर किसी एक वर्ष-विशेष के आँकड़ों को आलेखित किया जा सकता है और फिर वारंवारता वक्र बनाने के लिए विन्दुओं को एक रेखा द्वारा मिलाया जा सकता है। उसी चौखटे पर, अन्य वर्षों के लिए, अन्य आँकड़े आलेखित किये जा सकते हैं और स्पष्टता के लिए विन्दुओं को टूटी हुई या विन्दुमय रेखा से मिलाया जा सकता है।[3]

वास्तव में, किसी भी अन्य जनसंख्या के आँकड़े का वारंवारता के आधार पर विश्लेषण किया जा सकता है। अतः, ए० स्टीवेन्स (op.cit. 1946) ने ग्रेट ब्रिटेन की ग्रामीण जनसंख्या के अपने विश्लेषण में वारंवारता वक्रों का प्रचुर उपयोग किया है। पैरिश तथा ग्रामीण क्षेत्रों के प्रतिशतों को कोटियों की भाँति तथा प्रतिवर्ग मील घनत्वों को भुजों की

1. A. Geddes, 'Variability in Change of Population in the United States and Canada,' *Geographical Review*, अंक 44, पृ० 91 (न्यू यार्क, 1954)।
2. वक्र-फ़िट करने के उदाहरण H. Gille, *op. cit.* (1949-50) में देखिये।
3. इन ग्राफ़ों के उदाहरण L. Henry तथा, J. Voranger, 'La Situation Démographique,' *Population*, अंक 5, पृ० 141-54 (पेरिस, 1950) में देखिये।

भाँति प्रयोग करते हुए, इन्होंने इंगलैण्ड और वेल्स की तथा स्काटलैण्ड की जनसंख्या के बहुलक (modal) घनत्वों को निश्चित करना सम्भव कर लिया था।



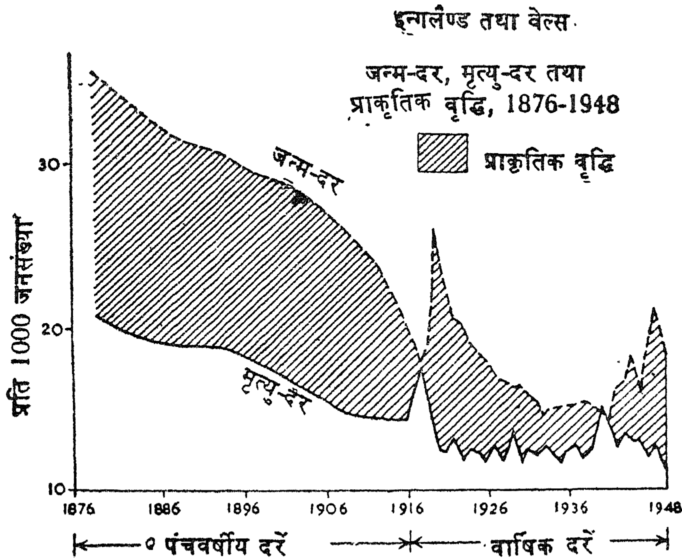
चित्र 182—जनसंख्या वृद्धि के विविध रेखा-ग्राफ़। आँकड़ों का स्रोत : (*Census of England and Wales* (विभिन्न तिथियाँ)।

ये वक्र लंकाशायर के प्रेस्टन नगर की वृद्धि को, विभिन्न जनगणनाओं की तिथियों पर उसकी प्रशासनिक सीमा में जनसंख्या के आकार के रूप में, दिखलाता है। चूँकि प्रशासनिक सीमाओं में कुछ परिवर्तन हो गये हैं, ये वक्र जनसंख्या के घनत्व में वृद्धियों को प्रतिबिंबित करते हों, यह आवश्यक नहीं है।

त्रिभुजाकार ग्राफ़

त्रिभुजाकार ग्राफ़ों का उपयोग वहाँ पर किया जाता है, जहाँ जनसंख्या के संघटन में तीन चरों का विश्लेषण आवश्यक हो। उदाहरण के लिए, ये किसी जनसंख्या में युवा, मध्य-आयु वालों तथा वृद्धों के चित्रण में उपयोगी होते हैं। सबसे पहिले तीनों तत्वों के प्रतिशत

समानुपातों का परिकलन किया जाता है। त्रिभुजाकर ग्राफ़ के एक अक्ष पर युवा लोगों का प्रतिशत, एक दूसरे पर मध्य-आयु वालों का, तथा तीसरे अक्ष पर वृद्धों का प्रतिशत आलेखित किया जाता है। चूँकि घटक मान मिलकर 100 प्रतिशत होते हैं, अतः तीनों विन्दुओं को एक ग्राफ़ पर अकेले विन्दु से आलेखित किया जा सकता है। त्रिभुज के अन्दर इस विन्दु की स्थिति जनसंख्या की तेहरी आयु संरचना का तत्काल संकेत देती है। एक ही त्रिभुज में आलेखित किये गये अनेक विन्दुओं से यह संभव होता है कि विभिन्न जनसंख्याओं की आयु संरचनाओं की परस्पर तुलना की जा सके (चित्र 184)।



चित्र 183 —जन्म-तथा मृत्यु-दरों का पौलीग्राफ़

आँकड़ों का स्रोत : The Registar General's Review of England and Wales for the year 1948 (लन्दन, 1950)।

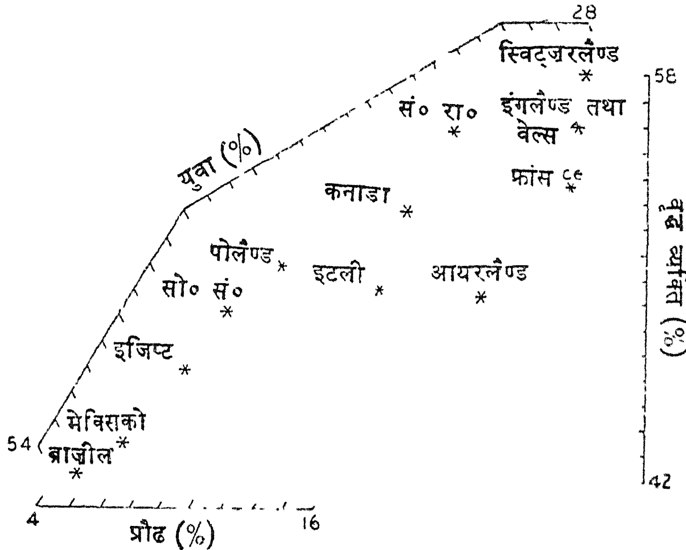
वार्षिक दरों की तुलना में पंच-वर्षीय दरों के उपयोग से वक्र में उत्पन्न हुए निष्कोषण प्रभाव पर ध्यान दीजिये।

प्रक्षेपित (Projected) वक्र

प्रवृत्ति वक्रों को समायोजित करने की एक विधि जिससे उनकी तुलना की जा सकती है, चित्र 185 में दिखलायी गयी है। इस प्रकार की तुलनाएँ उपयोगी सिद्ध होती हैं, यदि यह दिखलाना हो कि एक जनसंख्या के लिए भूतकाल में जो विशेष प्रवृत्ति रही है वह एक दूसरी जनसंख्या के लिए वर्तमान में सही है। वक्रों को भविष्य में प्रक्षेपित करने में भी ये सहायक होते हैं।

प्रकीर्णन (Scatter) आरेख

जनसंख्या के अध्ययनों में प्रकीर्णन-आरेखों का उपयोग सांख्यिकीय आँकड़ों के दो समुच्चयों में सहसंबन्ध की मात्रा का आलेखी संकेत देने के लिए किया जाता है। यदि सहसंबन्ध की परिशुद्ध कोटि ज्ञात करनी हो, तो उसका वास्तव में गणितीय तरीके से परिकलन करना होगा (देखिये अ० सं० 52)।



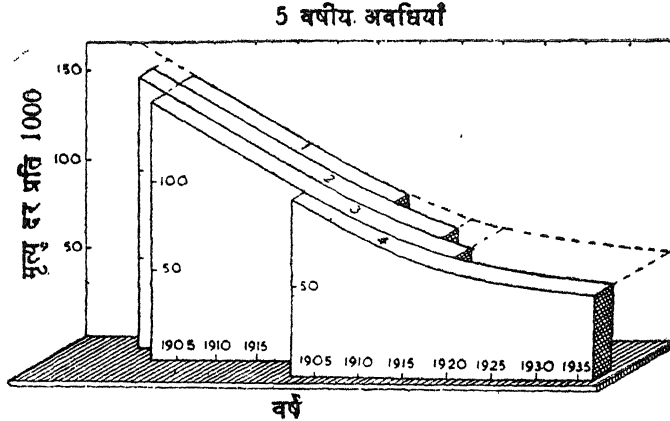
चित्र 184—आयु संरचना का एक त्रिभुजाकार ग्राफ़

P. Vincent, 'Une interessante application du diagramme triangulaire', *Population* अंक 2 (पेरिस, 1947) पर आधारित। क्रान्तिक आयु 20 तथा 60 वर्ष ली गयी हैं, और ग्राफ़ 1940 के वर्ष का है।

प्रकीर्णन-आरेख के निर्माण में पहिला कदम विचाराधीन मानों को परिमाण के क्रम में सुविधाजनक समूहों में रखना होता है। फिर आँकड़ों के एक समुच्चय को कोटियों की भाँति और दूसरे को भुजों की भाँति आलेखित करते हैं। यदि आलेखित करने में मान एक विकर्ण रेखा के सहारे एकत्रित होने की प्रवृत्ति दिखलायें तो कुछ कोटि तक सहसंबन्ध प्रकट होता है। यदि सहसंबन्ध पूर्ण है तो सभी विन्दु एक रेखा पर होंगे, किन्तु मानव कार्यों के विषय में ऐसी दशा कदाचित ही मिलती है।

प्रकीर्णन-आरेख के निर्माण को चित्र द्वारा समझाने के लिए लंकाशायर के उर्वरता अनुपात को काउन्टी की कुल जनसंख्या में 15 से 60 वर्ष की आयु वाले पुरुषों के समानुपात से सहसंबन्धित किया गया है (चित्र 186)। विन्दुओं के विकर्ण प्रकीर्णन से किसी कोटि में सहसंबन्ध दिखलायी देगा। जैसे-जैसे जनसंख्या में पुरुषों का समानुपात बढ़ता है, वैसे-वैसे उर्वरता अनुपात में वृद्धि होने की प्रवृत्ति मिलती है।

जनसांख्यिकीय पाठ्य पुस्तकों में प्रकीर्णन-आरेखों के अनेक उदाहरण मिलते हैं, किन्तु जनसंख्या के भूगोल के क्षेत्र में इनके उपयोग का एक रोचक प्रयोग ग्रामीण जनसंख्या पर ए० स्टीवेन्स के लेख में मिलता है, *op. cit.* (1946)।



चित्र 185—शिशु-मृत्यु (infant mortality) दर के वक्रों को प्रक्षेपित करने की एक युक्ति J. Bourgeois, 'La situation demographique', *Population*, अंक 1 (पेरिस, 1946) पर आधारित।

प्रदर्शित चार वक्र समकालीन हैं और चार कम्यूनों की दशाओं के संदर्भ में हैं। पृष्ठभूमि में बनी, टूटी रेखा चारों वक्रों की संयुक्त प्रवृत्ति को दिखलाती है, जैसी कि दिखलाये गये तरीके से चारों वक्रों को विन्यासित करने से मिलती है।

लघुगणकीय तथा अर्ध-लघुगणकीय मापनियाँ

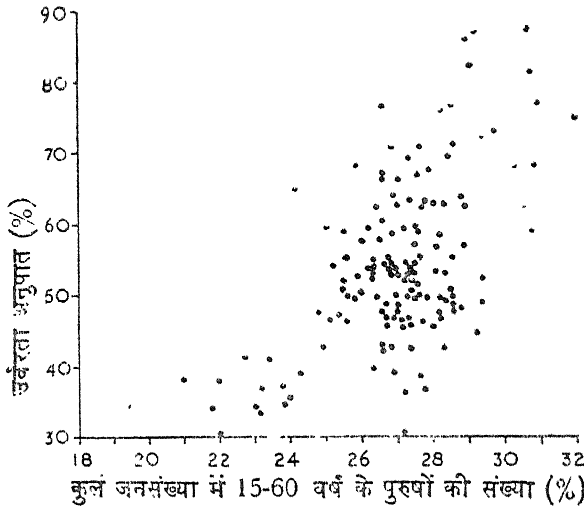
कुछ कार्यों के लिए लघुगणकीय या अर्ध-लघुगणकीय मापनियों पर आधारित ग्राफ़ों को उनसे अच्छा कहा जा सकता है, जिनमें अंकगणितीय मापनियों का प्रयोग होता है।

जनसंख्या वृद्धि—उदाहरण के लिए, यदि जनसंख्या की वृद्धि का ग्राफ बनाना है, तो समय के मानों को अंकगणितीय मापनी पर भुजों की भाँति आलेखित करते हैं, तथा लघुगणकीय मापनी पर जनसंख्या के मानों को कोटियों की भाँति। फिर विन्दुओं को मिला दिया जाता है। इस प्रकार बनी हुई रेखा केवल कुछ वृद्धि ही नहीं दिखलाती, बल्कि वृद्धि की दरों का चाक्षुण प्रभाव भी प्रस्तुत करती है, क्योंकि रेखा का ढाल वृद्धि की दर से सदैव समानुपातिक होता है (चित्र 182)[1]।

---

1. (1) H. F. Diekie, The Use of Logarithmic Paper for Plotting. Geographical Statistics,' *Geography*, अंक 24 (लन्दन, 1939) तथा A Davies, 'Logarithmic Analysis and Population Studies', *Geography* अंक 33, पृ० 33-60 (लन्दन, 1948)। (2) न्यू यार्क मेट्रोपॉलिटन एरिया में रोजगार की अवस्थिति के जनसंख्या वितरण के आन्तरिक परिवर्तनों के विशेष संदर्भ में इस प्रविधि के प्रयोगों के लिए E. M. Hoover तथा R. Vernon, *Anatomy of a Metropolis* (कैम्ब्रिज, मैसा०, 1959) देखिये।

मृत्यु तथा उत्तरजीविता की प्रवृत्तियाँ—जब मृत्यु तथा उत्तरजीविता की प्रवृत्तियों को आलेखित किया जा रहा हो, तो अर्ध-लघुगणकीय मापनी को अंक गणितीय मापनी से अच्छा समझा जाता है, क्योंकि जीवन के पहिले वर्ष में दरों के उच्चावचन बड़े महत्वपूर्ण होते हैं और उन्हें लघुगणकीय मापनी पर बड़ी स्पष्टता से आलेखित किया जा सकता है जब कि अंकगणितीय पर वे संकुचित हो जाते हैं।[1]



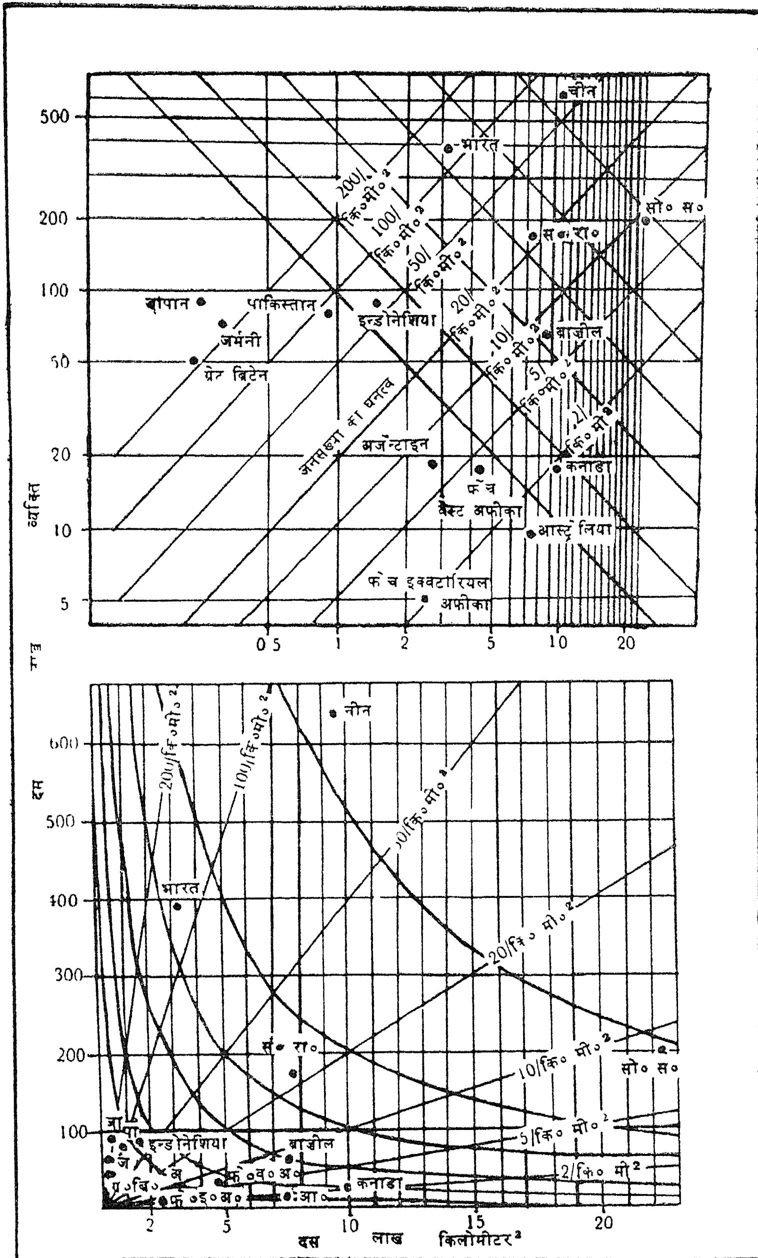
चित्र 186—एक प्रकीर्णन-आरेख

आँकड़ों का स्रोत : *Census of England and Wales* 1881, अंक 3 (लन्दन, 1883)।
लंकाशायर में 1881 में प्रत्येक प्रशासनिक क्षेत्र के उर्वरता अनुपात को (जैसा कि 5 वर्ष से छोटे बच्चों की संख्या/15-50 वर्षीय स्त्रियों की संख्या × 100 से मापा जाय) 15-60 वर्षीय जनसंख्या में पुरुषों के आपेक्षिक समानुपात के सम्मुख (जैसा कि 15-60 आयु के पुरुषों की संख्या/कुल जनसंख्या × 100 से मापा जाय) आलेखित किया गया है।

तुलनीय घनत्व—इन्हें लघुगणकीय मापनी पर अत्यन्त प्रभावशीलता से तथा स्पष्टता के साथ दिखलाया जा सकता है, क्योंकि प्रकीर्णन अधिक एक समान होता है। इन्हीं आँकड़ों को अंकगणितीय मापनी पर आलेखित करने से न्यून मानों के क्षेत्र में ग्राफ़ सघन हो जाता है (चित्र 187)।

लॉग रैखिक (Log Linear) **आरेख**—जनसंख्या के विन्यास तथा वितरण और संचलन की सैद्धान्तिक व्याख्याएँ, जिन्हें कभी-कभी 'सामाजिक भौतिकी के अभ्यास' कहा

1. E. Lessof, 'Mortality in New Zealand and England and Wales', *Population studies*, अंक 3 (कैम्ब्रिज, 1949-50) में विशिष्ट मृत्यु-दर प्रवृत्तियों के ग्राफ़ों में अर्ध-लघुगणकीय मापनियों का उपयोग किया गया है।

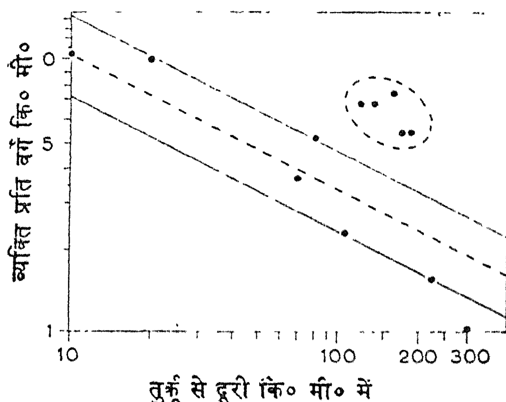


चित्र 187—आपेक्षिक जनसंख्या योग तथा घनत्व

K. Witthauer, *op. cit.* (1958) पर आधारित।

दोनों ग्राफ़ो की तुलना से, न्यून मानों के आँकड़ों को लघुगणकीय मापनी पर आलेखित करने के लाभ दिखलायी पड़ते हैं।

जाता है, सांख्यिकीय विधियों पर बहुत अधिक निर्भर करती हैं, और विशेषकर उन पर जो जनसंख्या के घनत्व, क्षेत्रफल, नगरीय बाजार से दूरी आदि के चरों के परस्पर सम्बन्धों की प्रकृति को स्थापित करने में सहायक होती हैं। जे० एच० वॉन थ्यूनेन ने इस प्रकार की परिकल्पनाओं के लिए कई वर्ष पहिले एक सैद्धान्तिक आधार प्रस्तुत किया था।[1] रीनो ऐजो ने यह दिखलाया कि अठारहवीं शताब्दी के मध्य में फ़िनलैण्ड में जनसंख्या का वितरण वॉन थ्यूनेन के सैद्धान्तिक मॉडेल से मिलता जुलता था। यदि जनसंख्या के घनत्वो को तुर्कू के तट से भीतर की ओर केन्द्र से दूरी के सम्मुख लघुगणकीय मापनी पर आलेखित



चित्र 188—फ़िनलैण्ड में 1750 के निकट जनसंख्या के घनत्व के वितरण का लॉग रैखिक आरेख

Reino Ajo, *op. cit.* (1953) पर आधारित।

जनसंख्या का मुख्य केन्द्र तुर्कू पर था, और दूरियों को तुर्कू से उत्तर-पूर्व की ओर आन्तरिक मार्ग पर स्थित विभिन्न बस्तियों तक मापा गया है। विन्दुमय रेखा के द्वारा असाधारण मान घिरे हुए हैं, जो कि बहुत उच्च उत्पादकता के लिए प्रख्यात, **कास्की** (दग्ध निवृक्ष क्षेत्र (burnt clearings) की बस्तियों के विषय में हैं। अन्य मान $-\frac{1}{2}$ ढाल के गुणांक वाले समाश्रयण की पट्टिका में पड़ते हैं।

किया जाय तो, कुछ महत्वपूर्ण अपवादों को छोड़कर, मानों के प्रकीर्णन को दो समांतर सरल रेखाओं से सीमांकित किया जा सकता है, जो तथाकथित समाश्रयण की पट्टिका है (चित्र 188)। अतः एक रेखीय सम्बन्ध का निगमन होता है, जिसे गणित के द्वारा व्यक्त किया जा सकता है (देखिये अ० सं० 53)। इस दशा में चूँकि ढाल का गुणांक $-\frac{1}{2}$ है, इस लिए यह कहा जा सकता है कि जनसंख्या का घनत्व दूरी के वर्गमूल के प्रतिलोम समानुपात

---

1. J. H. von Thünen, *Der Isoliertc Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und nationalokonomie* I-III (हैम्बर्ग तथा बर्लिन, 1826-63)। एक रोचक विस्तार के लिए B. J. L. Berry *et al* का शिक्षाप्रद (enlightening) लेख, 'Urban Population Densities: Structure and Change,' *Geographical Review* अंक 53, पृ० 389-405 (न्यू यार्क, 1963) भी देखिये।

में विचरण करना है। समाश्रयण की पट्टिका के बाहर रहने वाले मानों की व्याख्या करनी होगी और यहीं पर भूगोल का कार्य क्षेत्र उपस्थित होता है। इस विशेष उदाहरण में, जो समानुपतिक मान हैं वे वन या जलाकर साफ़ किये हुए क्षेत्रों में स्थित बस्तियों को दर्शाते हैं, जहाँ पर उस समय के खेतों पर आधारित जनसंख्या से उल्लेखनीय रूप में अधिक जन-संख्या का निर्वाह संभव था।[1] बी० जे० एल० बेरी इत्यादि *op. cit.* (1963) ने पश्चिमी तथा उत्तर-पश्चिमी नगरों में घनत्व-दूरी सम्बन्धों तथा घनत्व प्रवणताओं के लिए इस प्रकार के ग्राफ़ सम्मिलित किये हैं।

विचलनात्मक ग्राफ़

जो ग्राफ़ औसत दशाओं में विचलनों को दर्शाते हैं, वे लिंग तथा आयु संरचना में प्रादेशिक विभिन्नताओं को स्पष्ट करने में सहायक होते हैं। उदाहरण के लिए, आयु तथा लिंग संरचना में स्थानीय विभिन्नताओं का चित्र प्रस्तुत करने के लिए राष्ट्रीय मानक से प्रतिशत विचलनों को एक ग्राफ़ के रूप में आलेखित किया जा सकता है (चित्र 189)। पुरुषों तथा स्त्रियों के लिए क्रमश: पंच-वर्षीय आयु समुहों के लिए स्थानीय विभिन्नताओं को एक सरल रेखा के सहारे आलेखित किया जाता है जो पुरुष तथा स्त्री प्रतिशतों के राष्ट्रीय मानकों को दर्शाने का दोहरा कार्य करती है। इस प्रकार यह ग्राफ़ एक प्रदेश से दूसरे में केवल आयु विभिन्नताओं को ही नहीं दिखलाता, वरन् लिंगों के संतुलन में जो विभिन्नताएं हैं उन्हें भी दिखलाता है।[2] यह विधि, सचमुच, सफलता के साथ महत्वपूर्ण विभिन्नताओं को दिखलाती है। उदाहरण के लिए, चित्र 189 में, पूरे लंकाशायर को लेते हुए, वहाँ इंगलैण्ड तथा वेल्स की औसत संख्याओं से कोई बड़ी विभिन्नता नहीं मिलती, किन्तु ब्लैकपूल में छोटी-आयु समूहों में पुरुष तथा स्त्री दोनों का बहुत अधिक अल्प-प्रतिनिधित्व है, दूसरी ओर पूरे देश को लेते हुए जैसा सामान्य है उसकी अपेक्षा बड़ी-आयु के समूहों में स्त्रियों की जनसंख्या का एक अधिक बड़ा तत्व प्रकट होता है। लिंगों में परस्पर असमानुपात भी औसत से बहुत बढ़कर है। ब्लैकपूल की जनसंख्या की लिवरपूल वाली से तुलना कीजिये जहाँ लिंगों का संतुलन लगभग सामान्य है किन्तु वहाँ छोटी-आयु के समूहों का प्रभुत्व है।

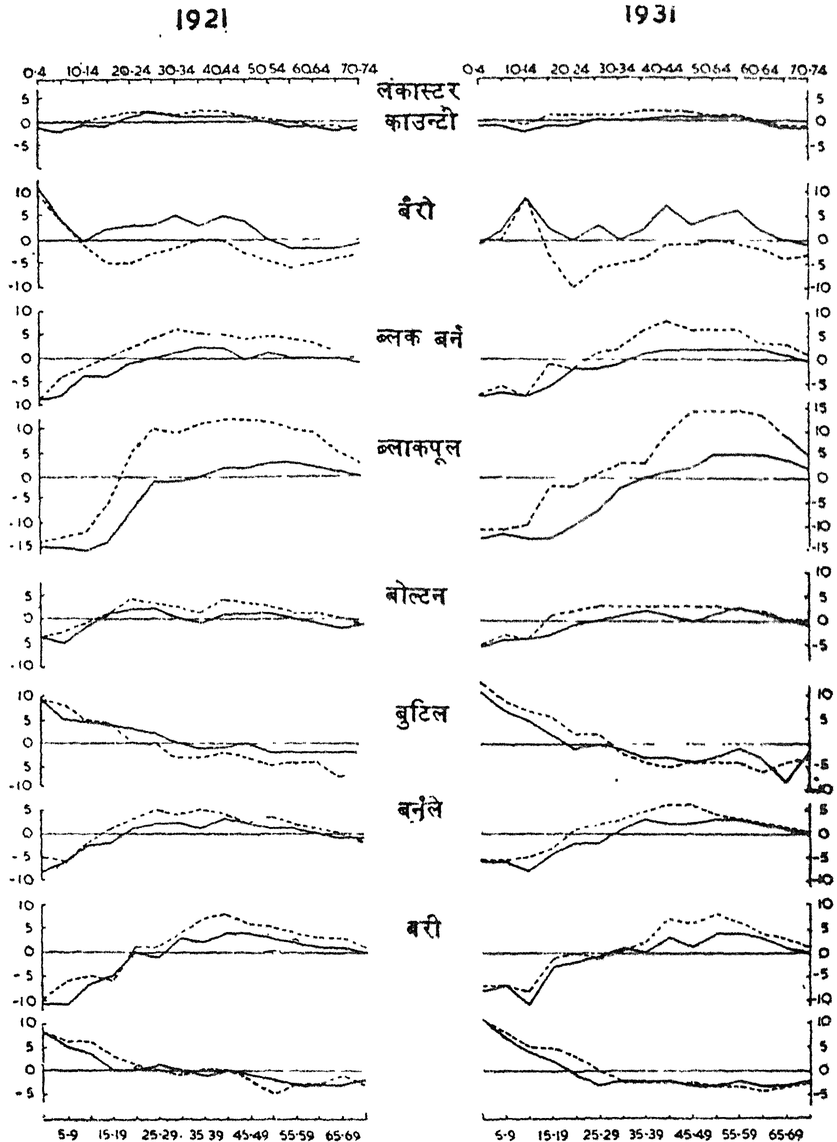
संचयी (Cumulative) ग्राफ़

जनसंख्या के अध्ययनों में संचयी ग्राफ़ों के प्रयोग का उदाहरण देने के लिए जनसंख्या के वितरण के प्रश्न को लिया जा सकता है। जनसंख्या के मानचित्रों को बनाने में मान-चित्रकार के सामने जो कठिनाइयाँ आती हैं वे लगभग सभी संसार के नगरों तथा सन्नगरों

---

1. Reino Ajo, 'Contribution to Social Physics. A programme sketch with special regard to national planning,' *Lund Studies in Geography, Series B. Human Geography*, सं० 11 (लुण्ड, 1953)।
2. इस आलेखी विधि का उपयोग T. L. Smith *op. cit.* (1948) ने किया है, और इन्होंने इसका वर्णन करने के लिए 'जनसंख्या के सूचकांक' (Index Numbers of Population) शब्दों की युक्ति की है।

में जो जनसंख्या का बड़ा संकेन्द्रण होता है, उसी से उत्पन्न होती हैं (चित्र 190)। ये संकेन्द्रण स्वयं आकार में भिन्न होते हैं और सांख्यिकीविदों ने तो यहाँ तक किया है कि **रैंन्क-साइज़ रूल फ़ार सिटीज़** नामक, जनसंख्या के संकेन्द्रण का एक नियम अभिगृहीत



चित्र 189—लिंग तथा आयु संरचना के विचलनात्मक ग्राफ़

आँकड़ों का स्रोत : *Census of England and Wales* (विभिन्न तिथियाँ)।

किया है।[1] यह नियम चाहे सभी दशाओं में लागू होता हो या नहीं, किन्तु संयुक्त राज्य के नगरों में इसका प्रयोग करने पर क्षेत्रफल के सम्बन्ध में जनसंख्या के संकेन्द्रण के बारे में यह उपयोगी साक्ष्य प्रकट करता है। किसी भी प्रदेश में जनसंख्या के इन संकेन्द्रणों



चित्र 190—संसार की जनसंख्या

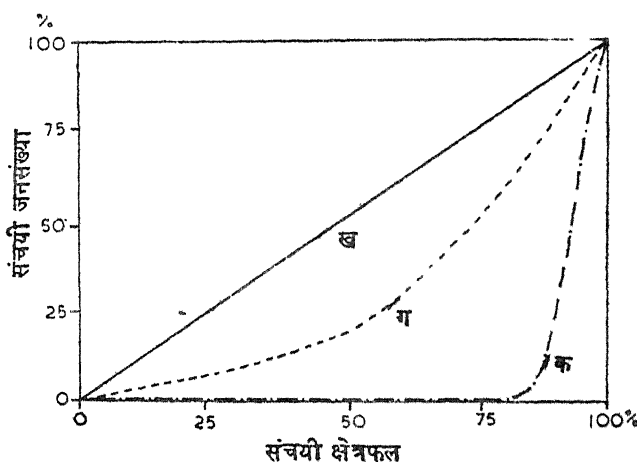
W. S. तथा E. S. Woytinsky, *op. cit.* (1953) के मानचित्रों पर तथा विविध सांख्यिकीय स्रोतों पर आधारित।

प्रदर्शित नगरीय संकेन्द्रणों में सन्नगर सम्मिलित हैं। बड़े नगरों से प्रत्यक्ष रूप में आसन्न जनसंख्या को भी सम्मिलित किया गया है। देशों को उनकी जनसंख्याओं के आकार के समानुपात में चित्रित किया गया है।

1. G.K. Zipf, *National Unity and Disunity* (ब्लूमिंगटन, इन्डि०, 1941)। F. Auerbach, 'Das Gesetz der Bevölkerungskonzentration,' *Petermann's Mitteilungen*, अंक 59, पृ० 74-6 तथा Tafel 14 (गोथा, 1913) भी देखिये।

को संचयी ग्राफ़ के द्वारा दिखला सकते हैं, जिनमें जनसंख्या के सम्मुख क्षेत्रफल को आलेखित किया जाता है।[1]

सबसे पहिले प्रदेश के प्रशासनिक क्षेत्रों को शहरों, नगरों तथा ग्रामीण क्षेत्रों को उनकी जनसंख्या के अनुसार कोटि के क्रम में रख लेते हैं। फिर क्षेत्रफलों तथा जनसंख्याओं का संचयी आलेखन करते हैं। यदि प्रदेश के कुल क्षेत्रफल के पाँच प्रतिशत में सब जनसंख्या एक स्थान पर रहती है, तो परिणामी वक्र एक लगभग ऊर्ध्वाधर रेखा क होगा (चित्र 191) यदि जनसंख्या एक समान रूप में फैली हुई है, तो परिणामी वक्र एक सरल रेखा ख होगा। वक्र ग ऐसी जनसंख्या दिखलाता है जो अधिकतर बड़े शहरों में संकेन्द्रित है और पूरे प्रदेश



चित्र 191—संचयी ग्राफ़ का सिद्धान्त

को लेते हुए ग्रामीण जनसंख्या विरली है। इस प्रकार के संचयी ग्राफ़ों का उपयोग, प्रसार (spread) की असमानता, अर्थात् विशेष प्रदेशों में जनसंख्या के संकेन्द्रणों को दिखलाने के लिए ही नहीं हो सकता, बल्कि अनेक वर्षों में जनसंख्या के संकेन्द्रणों की प्रवृत्तियों को भी दिखला सकता है। इन्हें मात्रात्मक रूप में यह दिखलाने के लिए भी अपनाया जा सकता है कि "विभिन्न वितरणों के क्षेत्रीय साहचर्यों की कोटि क्या है, अर्थात् दो वितरण किस कोटि में 'परस्पर फ़िट' होते हैं या विभिन्न क्षेत्रफलों को घेरने की प्रवृत्ति रखते हैं।"[2]

जनसंख्या परिवर्तन का प्ररूप विज्ञान (typology)

जनसंख्या की वृद्धि के संवर्गों का पहिले ही विवेचन किया जा चुका है (देखिये पृ०

---

1. ऐसे ग्राफ़ों से गुणांकों के परिकलन का विवेचन J. K. Wright, 'Some Measures of Distributions,' *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 27, पृ० 171-211 (लंकास्टर, पे०, 1937) ने किया है। इन्होंने अपनी विधियों का प्रयोग 'Certain Changes in Population Distribution in the United States', *Geographical Review*, अंक 31, P. 488-90 (न्यू यार्क, 1941) में किया है।
2. J. K. Wright, 'Some Measures of Distribution, *op. cit.* (1937), पृ० 178।

329 *et. seq.*) । कार्तीय निर्देशांक पर आलेखित किये गये दो घटक, जनसंख्या की प्राकृतिक वृद्धि तथा विशुद्ध प्रवास, जनसंख्या के परिवर्तन के प्ररूप विज्ञान का आधार बन सकते हैं। इस प्रकार से जे० डब्ल्यू० वेब ने आठ प्रकार के जनसंख्या परिवर्तनों में प्रभेद किया था, जो कि प्राकृतिक वृद्धि या प्रवास से विशुद्ध लाभ या हानि के चरों पर आधारित थे। इन्होंने इंगलैण्ड तथा वेल्स में 1921-31 के जनसंख्या परिवर्तनों के विश्लेषण में इनका उपयोग किया था। इन प्रकारों को पहिचान कर उन्हें प्रतीक तथा वर्णमात्री विधि के द्वारा प्रादेशिक आधार पर आलेखित करना सम्भव हो गया था।[1]

केन्द्रारेख (Centrograms)

जनसंख्या के वितरण की प्रादेशिक प्रवृत्तियों को **केन्द्रारेखों** के द्वारा आलेखित किया जा सकता है। मानचित्र पर बहुत से विन्दु आलेखित किये जाते हैं जो किसी देश विशेष की दशकीय जनगणना विवरणियों में गणन की गयी जनसंख्या के उत्तरोत्तर गुरुत्वाकर्षक केन्द्रों या माध्यक विन्दुओं से यथा सम्भव सम्पाती हों। ये विन्दु फिर एक रेखा से जोड़ दिये जाते हैं, जो एक दशक से दूसरे में गुरुत्वाकर्षण के केन्द्र या माध्यक विन्दु के हटने की प्रवृत्ति को प्रतिबिम्बित करती है। जनसंख्या का केन्द्र एक ऐसे बिन्दु को कहा जाता है, जिस पर सम्बन्धित देश "सन्तुलित हो जायेगा यदि वह एक भार हीन कठोर तल हो तथा उस पर जनसंख्या वितरित हो जिसमें प्रत्येक व्यक्ति को एक समान भार वाला तथा केन्द्र विन्दु पर अपनी उससे दूरी के समानुपात में प्रभाव डालने वाला माना गया हो।"[2] जहाँ पर माध्यक-विन्दु विधि का उपयोग किया जाता है, वहाँ दूरी को ध्यान में रखना आवश्यक नहीं है। यह कहने की आवश्यकता नहीं कि इनमें से कोई भी परिकलन परिश्रमपूर्ण है, किन्तु इसके परिणाम प्रादेशिक नियोजन में अर्थपूर्ण होते हैं।[3]

त्रिविम-चित्र (Stereograms)

डब्ल्यू० आर० मीड ने स्वेडन में जनसंख्या की वृद्धि को चित्र द्वारा समझाने के लिए एक 'त्रिविम-चित्र' का उपयोग किया था जो कि समय की एक अवधि में जनसंख्या की वृद्धि तथा बदलती हुई आयु संरचना को दिखलाने वाला एक त्रिविमीय आरेख है। इस सिद्धान्त को स्पष्टत: समय के साथ बदलते हुए जनसंख्या की संरचना के अन्य पहलुओं में भी प्रयोग किया जा सकता है।[4]

---

1. John W. Webb, 'The Natural and Migrational Components of Population Change in England and Wales, 1921-31', *Economic Geography*, अंक 39, पृ० 130-48 (वॉरसेस्टर, मैसा०, 1963)।
2. E. Raisz, *op. cit.* (1948), पृ० 260।
3. इस प्रविधि के विस्तरणों के लिए E. E. Sviatlosky तथा W. C. Eells, 'The Centrographical Method and Regional Analysis', *Geographical Review*, अंक 27, पृ० 240-54 (न्यू यार्क, 1937) देखिये।
4. W. R. Mead, *An Economic Geography of the Scandinavian States and Finland*, पृ० 73 (लन्दन, 1957)।

अध्याय 6

बस्तियों के मानचित्र तथा आरेख

आँकड़े

वितरण तथा स्वरूप

बस्तियों के वितरण तथा स्वरूपों से सम्बन्धित आँकड़े बहुत विविध हैं। चूंकि आधुनिक बस्ती के वितरण तथा स्वरूपों की समस्याएँ उत्पत्ति की समस्याओं के साथ बँधी हुई हैं, अतः बस्तियों के अध्ययन में भौगोलिक की भाँति ऐतिहासिक उपागम अनिवार्य है, और इस प्रकार से अन्वेषण के क्षेत्र में अपरिमित विस्तार हो जाता है।

मानचित्र तथा प्लान—1 : 100,000 या और बड़ी मापनी पर छपे हुए मानचित्र निश्चित रूप से सभी बस्तियों को रूढ़ प्रतीकों से या प्लान के द्वारा दिखलाते हैं। तथापि, वास्तविक स्वरूप के ब्यौरे के लिए लगभग 1 : 25,000 या इससे बड़ी मापनी के मानचित्रों की आवश्यकता होती है। ब्रिटेन में चालू एक-इंच तथा छ-इंच की श्रेणियाँ, क्रमशः बस्तियों के वितरण तथा स्वरूप को भली प्रकार दिखलाती हैं। स्थलीय आलेखन के लिए पृथक इमारतों का ब्यौरा प्रस्तुत करने वाले आधार मानचित्रों का उपयोग करना चाहिए तथा लगभग 25 इंच या 50 इंच तक प्रति मील मापनी वाले प्लान आवश्यक होते है।[1]

स्थलाकृतिक मानचित्रों के पुराने संस्करण कुछ ऐतिहासिक संदर्श देते हैं। उदाहरण के लिए, उन्नीसवीं शताब्दी के प्रथम तथा बाद के दशकों में वितरणों के अध्ययन में ब्रिटिश ऑर्डनेन्स सर्वे की एक-इंच तथा छ-इंच श्रेणियों के प्रथम संस्करण अमूल्य हैं। टिथ अवार्ड मानचित्र जहाँ कहीं उपलब्ध हैं, वहाँ वे भी अमूल्य हैं क्योंकि वे ऑर्डनेन्स सर्वे मानचित्रों में दी गई जानकारी के पूरक हैं तथा कहीं कहीं उनसे पूर्व समय की जानकारी देते हैं। अक्सर वे अपेक्षाकृत बड़ी मापनी पर मिलते हैं और इमारतों के प्लान, खेतों की सीमाएँ तथा स्थानों के नाम को अधिक ब्यौरे के साथ बतलाते हैं और साथ ही पट्टेदारी तथा भूमि-उपयोग की दशाओं पर प्रकाश डालते हैं।[2]

---

1. ऑर्डनेन्स सर्वे निर्मित क्षेत्रों के (1 : 1,250 तथा 1 : 2,500) मापनी पर बने प्लानों को नगर-नियोजन में विशेषकर इस कार्य के लिए प्रकाशित करता है।
2. टिथ अवार्ड की प्रतियाँ कभी-कभी स्थानीय पैरिश चर्च में मिल जाती हैं। प्रतियों तथा मूल पत्रों को काउन्टी अभिलेख कार्यालयों में देखा जा सकता है। उदाहरण के लिए, F. G. Emmison द्वारा सम्पादित, *Catalogue of Maps in the Essex Record Office*, 1566-1855 (चेम्सफ़ोर्ड, 1947) भी देखिये।

इनके अतिरिक्त मानचित्र के अन्य स्रोतों में, पुराने काउन्टी मानचित्र[1], छपे हुए नगर-प्लान तथा विविध प्रकार के पाण्डुलिपि मानचित्र विशेषकर संपत्ति मानचित्र सम्मिलित हैं। ब्रिटेन में लैण्ड युटिलाइज़ेशन सर्वे के मानचित्रों को नहीं भूलना चाहिए, क्योंकि वे बस्तियों में लगी हुई कुल भूमि की सूचना देते हैं जो कि अन्य कहीं नहीं मिल सकती। भूवैज्ञानिक मानचित्र विशेषकर अपोढ मानचित्र, बस्ती के स्थल निर्धारण के विषय में अमूल्य जानकारी देते हैं। जहाँ पर उपलब्ध हों वहाँ पर ब्रिटेन के एक-इंच तथा छः इंच वाले भूवैज्ञानिक मानचित्रों को देखना चाहिए। अभाग्यवश इनमें से कुछ मानचित्र आज दुर्लभ हैं, किन्तु आवश्यकता पड़ने पर भूवैज्ञानिक कार्यालय में मूल पाण्डुलिपि सर्वेक्षण मानचित्रों को देखा जा सकता है।

आकाशी फ़ोटो—आकाशी फ़ोटो बस्ती के प्रतिरूपों को नवीनतम बनाने का साधन प्रस्तुत करते हैं, और जहाँ पर भूकर सर्वेक्षण बिल्कुल उपलब्ध नहीं है, वहाँ बस्तियों के अध्ययन में उनका मूल महत्व है। बस्तियों की जो जानकारी मानचित्रों पर नहीं मिलती उसके विषय में ब्यौरेवार पूरक जानकारी प्रस्तुत करने के लिए भी वे उपयोगी हैं, जैसे कि, बस्ती के स्वरूप के साथ 'श्रेणी तथा घाटी' का सम्बन्ध, बस्ती का भूमि-उपयोग तथा स्थल स्वरूपों के साथ सम्बन्ध,[2] तथा पहिले की बस्तियों का साक्ष्य।[3]

लेख्य (Documentary) **स्रोत**—बस्ती के भिन्न स्वरूपों की उत्पत्ति प्रायः भूमि की पट्टेदारी की लुप्त (obsolete) दशाओं से, पहिले की कृषि के तरीकों से, किसी प्रदेश की आर्थिक संरचना के विकास के विशेष चरणों से, मूल खेत-प्रणालियों से, सीमा के कार्यों आदि से सम्बन्धित है। बस्ती का कोई विशेष स्वरूप पूर्णतः संयोग से हो सकता है या उसका स्थल दैवकृत हो सकता है। इसके स्थल चयन की परिस्थितियों तथा स्वरूप की व्याख्या केवल इसके इतिहास से प्राप्त हो सकती है। ब्रिटेन में मध्य-युगीन बसाव के साक्ष्य का एक ही महत्वपूर्ण ग्रन्थ डूम्सडे बुक है।[4] बाड़ा पंचाटों में ब्रिटिश द्वीपों के अनेक भागों के बारे में

---

1. R. E. Dickinson, 'The Distributions and Functions of Smaller Urban Settlements of East Anglia', *Geography*, अंक 17 (लन्दन, 1932) में सैक्सटन के मानचित्रों का उपयोग देखिये।

2. T. Hagen, 'Wissenshaftliche Luftbild-Interpretation,' *Geographica Helvetica*, अंक 5 (बर्न, 1950) में ब्लाक आरेखों की एक असाधारण श्रेणी देखिये जो कि बस्ती के लक्षणों को समझाने के लिए आकाशी फ़ोटो से प्रत्यक्ष बनायी गयी है।

3. उदाहरण के लिए, W. G. Hoskins (ed.), *Studies in Leicestershire History* (लिवरपूल, 1950) में आकाशी फ़ोटो देखिये।

4. एच० सी० डार्बी ने इस साक्ष्य का व्यवस्थित विश्लेषण किया है, और उनके महा सम्पादकत्व में *The Domesday Geography of England* के नाम से छः अंकों में प्रकाशित हो रहा है।

विस्तृत सूचना मिलती है और वे सब मिल कर विशेष रूप से एक महत्वपूर्ण निर्माणात्मक अवधि में ग्रामीण बस्तियों के अध्ययन का मूल स्रोत प्रस्तुत करते हैं।[1]

स्थानीय नाम—प्रारम्भिक बस्तियों की प्रकृति के साथ ही उनके वितरण तथा विस्तार की उत्पत्ति के अध्ययन में स्थानीय-नामों का परम महत्व है। तथापि स्थानीय नामों के उपयोग में बहुत सावधानी से काम करना चाहिए। साधारण स्थलाकृतिक मानचित्रों पर मिलने वाले स्थानीय-नामों के यादृच्छिक आलेखन को अनुचित समझना चाहिए क्योंकि बहुत से आलेखित नाम कदाचित वास्तविक स्थानीय-नाम न हों। भाग्यवश इंग्लिश प्लेस-नेम सोसाइटी ने अंग्रेज़ी स्थानीय-नामों पर बहुत से काउन्टी ग्रन्थ प्रकाशित किये हैं और वे नामों की अधिकृत सूचियाँ प्रस्तुत करते हैं।[2]

पुरातत्वीय साक्ष्य—प्रागैतिहासिक बस्तियों के वितरण तथा स्वरूप का पुनर्निर्माण पर्याप्त पुरातत्वीय साक्ष्य पर निर्भर करता है। बस्तियों की खुदाई के प्रतिवेदनों में यह मिल सकती है, जैसे कि रोमन नगरों तथा लौह युग के पहाड़ी किलों की खुदाई। पुरातत्वीय उपलब्धियों की अवस्थितियों के आलेखनों से प्रागैतिहासिक बस्ती के सामान्य वितरण का अनुमान अक्सर किया जा सकता है। बस्तियों के वितरण में पुरातत्वीय जानकारी के सामान्य मानचित्रात्मक विवेचन के सम्बन्ध में सीरिल फ़ाक्स का कार्य आज भी सबसे अच्छी भूमिका प्रस्तुत करता है।[3] मध्य-पूर्व तथा अन्यत्र खुदाइयों के फलस्वरूप कुछ प्राचीनतम नगरों के प्लान को पुनर्निर्मित करना सम्भव हो सका है। इस प्रकार के नगरों के स्वरूप तथा संरचना के लक्षणों के साथ-साथ, जिनमें से कुछ आज के नगरों में, यद्यपि कुछ परिवर्तित रूप में, मिलते हैं, नगरों के कुछ कार्यों की उत्पत्ति का सूत्र मिल सकता है।[4]

बस्तियों की संरचना

भूगोलवेत्ता की रुचि बस्तियों के वितरण तथा विन्यास में ही नहीं, किन्तु उन कार्यों में भी होती है, जो बस्तियों में होते हैं। कार्य सम्बन्धी संरचना की जानकारी कुछ स्रोतों से प्राप्त की जा सकती है।

जनसंख्या के आँकड़े—बस्तियों के कार्यों की प्रकृति को दिखलाने के लिए विभिन्न स्थानों की जनसंख्या की व्यावसायिक तथा औद्योगिक संरचना के ब्यौरे का विश्लेषण किया जा सकता है (देखिये पृ० 346)।

---

1. A. Harris, *The Rural Landscape of East Riding of Yorkshire'* 1700-1850 (आक्सफ़ोर्ड, 1961)।
2. E. Ekwall's की *The Concise Oxford Dictionary of English Place-Names* (आक्सफ़ोर्ड, दूसरा संस्करण, 1940) एक उपयोगी पूरक स्रोत है। स्थानीय नामों पर कार्य करने से पहिले, A. Mawer तथा F. M. Stenton, *Introduction to the Survey of English Place-Names* (कैमब्रिज, 1924) को पढ़ना चाहिए।
3. C. Fox, *The Personality of Britain*, चौथा संस्करण (कार्डिफ़, 1943)।
4. R. M. Adams, 'The Origin of Cities', *Scientific American* (सितम्बर 1960)।

इमारत-उपयोग तथा नगरीय भूमि-उपयोग सर्वेक्षण—किसी बस्ती के कार्य के वितरण के विषय में विस्तृत जानकारी केवल घटक इमारतों के उपयोग का सर्वेक्षण करके ज्ञात की जा सकती है। मिनिस्ट्री आफ़ टाउन ऐण्ड कन्ट्री प्लानिंग ऐक्ट के अन्तर्गत स्थानीय शासनों को अपने पुनर्निर्माण प्लानों के सम्बन्ध में ऐसे सर्वेक्षण स्वयं करने पड़ते हैं, और कभी-कभी इनसे सूचना प्राप्त की जा सकती है। इस प्रकार के सर्वेक्षणों को केवल इमारतों के उपयोग के आलेखन तक सीमित रखा जा सकता है, या उन्हें निर्मित क्षेत्रों में भूमि-उपयोग के ब्यौरेवार आलेखन तक बढ़ाया जा सकता है।

निर्देशिकाएँ—बस्ती की संरचना से सम्बन्धित बहुत-सी जानकारी को स्थलीय प्रेक्षण के अतिरिक्त स्थानीय निर्देशिकाओं से लिया जा सकता है। स्थानीय निर्देशिकाओं के तथा टेलीफ़ोन ट्रेड डाइरेक्टरी के चालू संस्करण उपयोगी होते हैं, किन्तु इतने ही महत्वपूर्ण पुराने संस्करण होते हैं जो ऐतिहासिक स्रोत हैं तथा उन प्राचीन दशाओं की जानकारी देते हैं जिन्हें और कहीं प्राप्त नहीं किया जा सकता। चूँकि बस्ती की संरचना गतिक होती है, इसलिए परिवर्तन तथा प्रवृत्तियों को समझने के लिए एक ऐतिहासिक उपागम आवश्यक है।

सम्पत्ति की सूचिकाएँ (*Inventories of Property*)

नागरिक अधिकारियों या सम्पत्ति (estate) के एजेन्टों तथा भूस्वामियों के द्वारा बनायी गयी जायदाद की सूचिकाएँ इमारतों के उपयोग के विषय में लाभदायक पूरक जानकारी देती हैं। न्यूयार्क में 'सफ़ेदपोश' ('white collar') बेरोज़गारों के द्वारा मन्दी (depression) के समय में बनायी गयी जायदाद की सूचिकाएँ ऐसे स्रोत-पदार्थ का एक अच्छा उदाहरण है।[1]

बस्तियों के सम्बन्ध

विविध बस्तियों के परस्पर सम्बन्धों की जानकारी विविध स्रोतों से प्राप्त की जाती है, किन्तु इनमें जो अधिक महत्वपूर्ण हैं उनका उल्लेख किया जा सकता है।

संचारों का जाल (network of communications)—जो स्थलाकृतिक मानचित्रों पर दिखलायी देता है, वह बस्तियों के परस्पर सम्बन्धों का एक स्पष्ट अन्तर्सम्बन्ध है, किन्तु इस सम्बन्ध में टेलीफ़ोन संचार की अवहेलना नहीं करनी चाहिए (देखिये अ० सं० 54)।

यातायात गणनाएँ (traffic censuses)—संचारों का जाल, यातायात के घनत्व के विषय में कोई जानकारी नहीं देता, किन्तु सरकारी एजेन्सियाँ या ब्रिटेन में आटोमोबाइल ऐसोसियेशन या रायल आटोमोबाइल क्लब, जो यातायात की गणनाएँ समय-समय पर करते हैं, वे इसका कुछ संकेत देती हैं।

समय-सारिणयाँ (Time-Tables)—यातायात गणनाओं के अतिरिक्त स्थानीय

1. J. K. Wright, 'Diversity of New York City' *Geographical Review*, अंक 26, पृ० 620-39 (न्यू यार्क, 1936) देखिये।

बस तथा रेल की समय-सारणियाँ यातायात के घनत्व के विषय मे सूचना देती है, यद्यपि ऐसी समय-सारणियो का विवेचन करना कठिन है।[1]



चित्र 192—लिवरपूल का एक प्रतिकृति (*facsimile*) मानचित्र

मानचित्र को पुनः बनाया गया तथा फिर मूल की चौथायी से कुछ छोटी मापनी पर, अर्थात् 21.75 इंच से 5-0 इच लम्बाई मे लघुकृत किया गया है। मानचित्र के ब्यौरे को अभी भी आवर्धक लेन्स (magnifying glass) की सहायता से पढ़ा जा सकता है।

---

1. बस की समय-सारणियों के उपयोग के ब्यौरे के लिए, F. H. W. Green, 'Town and Country in Northern Ireland from a Study of Motor-bus Services', *Geography*, अंक 34, पृ० 89-96 (लन्दन, 1949) देखिये।



चित्र 193—जिनेवा की एक फोटो प्रतिकृति (Photo-facsinile) Atlas topographique de la swisse (Atlas sieg fried), 1 25,000, पत्रक स० 451 (बर्न, 1934) पर आधारित।

यह हाफ-टोन जिनीवा नगर के एक भाग को दिखलाता है, किन्तु इस प्रकार प्रस्तुत किया गया है कि नगर के प्लान को महत्व प्रदान कर सके।

जनसंख्या के आँकड़े—बस्तियों के सम्बन्धों के अध्ययन में स्पष्ट है कि उनके बीच में जनसंख्या के संचलन पर विचार करना चाहिए। प्रवास के आँकड़ों का पहिले ही उल्लेख किया जा चुका है (देखिये पृ० 308)। कार्य के स्थान तथा निवास स्थान के बीच जनसंख्या के दैनिक संचलन के विषय में जनगणना की विवरणियों में दी गयी जानकारी भी इतनी ही अर्थपूर्ण है।[1]

समाचार पत्र परिसंचरण (Newspaper Circulation)—स्थानीय समाचार पत्रों के सेवा क्षेत्रों के आँकड़ों का छोटी तथा बड़ी बस्तियों के परस्पर सम्बन्धों की जाँच करने में उपयोग करते हैं, विशेष कर परिनगरों की सीमाओं के निर्धारण में।[2]

विशेष सेवाओं का ब्यौरा—विशेष केन्द्रीकृत फुटकर विक्रय संस्थान, जैसे कि स्थानीय सहकारी समिति, स्थानीय अस्पताल, स्थानीय सुरक्षा मुख्यालय आदि, किन बस्तियों की सेवा करते हैं, इसका ब्यौरा कभी-कभी नगरीय तथा ग्रामीण संबन्धों की विशेष समस्याओं पर प्रकाश डालने के लिए उपलब्ध हो जाता है।

बाजार क्षेत्र—स्थानीय बाज़ारों के आकार तथा उनके सेवा क्षेत्रफल कृषक बस्तियों तथा नगरीय केन्द्रों के परस्पर संबन्धों को प्रतिबिंबित करते हैं। स्थानीय शासन अक्सर विक्रय के अभिलेख रखते हैं, और उनसे संबन्धित ब्यौरा भी नीलामकर्ताओं की सूची इत्यादि से मिल सकता है।[3]

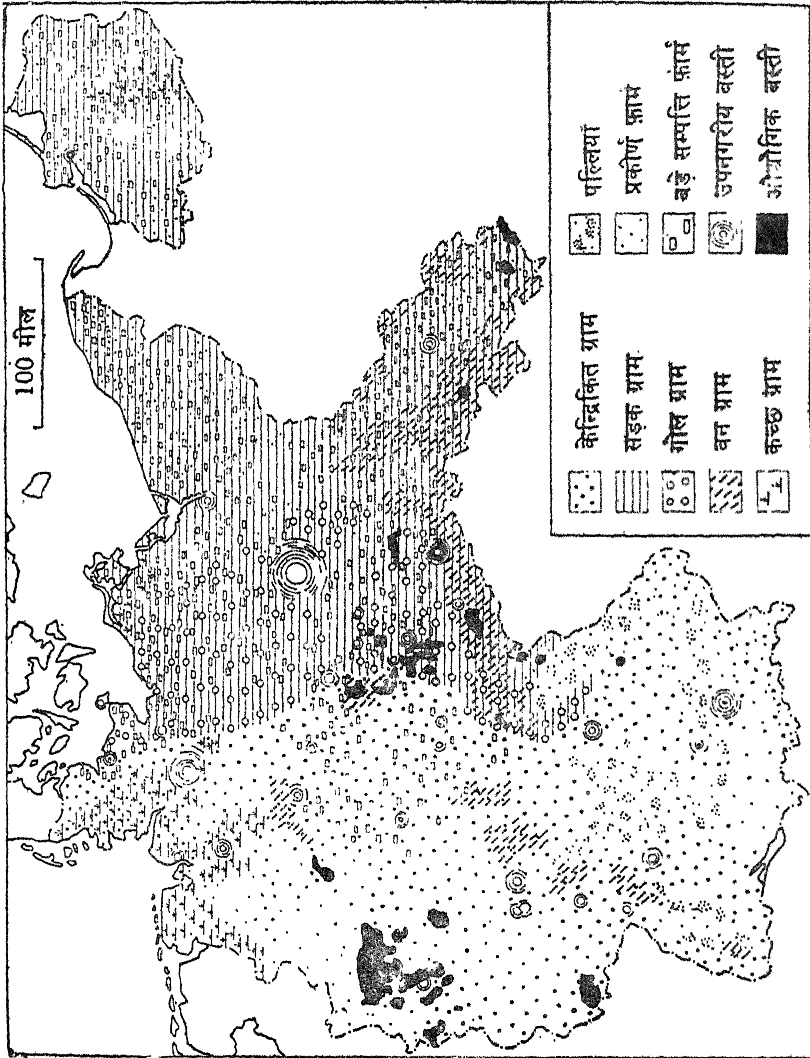
प्रश्नावलियाँ तथा स्थलीय अध्ययन—स्थानीय बाज़ार करने के स्वभाव, स्थानीय अस्पताल सेवाओं का क्षेत्र, स्थानीय मनोरंजन सेवाएँ, इत्यादि का ब्यौरा सरलता से नहीं मिलता और इसके पहिले कि ग्रामीण तथा नगरीय बस्तियों के परस्पर संबन्धों के पहलुओं का मानचित्रण कर सकने के लिए पर्याप्त आँकड़े एकत्रित हो सकें, यह आवश्यक है कि बहुत काफ़ी अन्वेषण किया जाय। इस संबन्ध में उन प्रश्नावलियों का सफल उपयोग किया जा सकता है जिन्हें स्थानीय संगठनों, जैसे कि महिला क्लबों तथा विद्यालयों के माध्यम से परिसंचारित किया जाता है।[4]

---

1. ऐसे आँकड़े, उदाहरण के लिए, Census of England and Wales, 1921 के *Workplaces* अंक (एच० एम० एस० ओ०, 1925) में मिलते हैं।
2. J. P. Haughton, 'Irish Local Newspapers : A Geographical Study', *Irish Geography*, अंक 2, पृ० 52-7 (डबलिन, 1950)।
3. R. E. Dickinson, 'The Markets and Market Areas of East Anglia' Economic Geography, अंक 10, पृ० 172-82 (वॉरसेस्टर, मैसा०, 1934)।
4. वॉरसेस्टर तथा पड़ोसी ग्रामों के परस्पर सम्बन्धों का अन्वेषण इस विधि से किया गया था। J. Glaisyer, *et al.*, *County Town* (लन्दन, 1946) देखिये। ज्यॉग्रैफ़िकल ऐसोसियेशन के द्वारा प्रायोजित एक समिति ने ए० ई० स्मेल्स की अध्यक्षता में, ब्रिटेन के 'परिनगरों' का अन्वेषण किया था, औ मुद्रित प्रश्नावलियों का विस्तृत उपयोग किया गया था। H. E. Bracey, *Social Provision in Rural Wiltshire* (लन्दन, 1952) भी देखिये।

प्रतिकृतियाँ (Facsimiles)

चूंकि इमारतों के वितरण को प्लानों तथा पाण्डुलिपि मानचित्रों के साथ ही विविध मापनियों के स्थलाकृतिक मानचित्रों पर दिखलाया जाता है, अतः ऐसे मानचित्रों से प्रतिकृतियों



चित्र 194—बसाव का एक वर्णप्रतीकी मानचित्र

1. *E. von Seydlitzsche Geographie*, अंक 4, 'Mitteleuropa' (द्वितीय संस्करण, ब्रेसलॉ, 1930);
2. R. E. Dickinson, 'Rural Settlements in the German Lands', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 39, पृ० 260 (लंकास्टर, पे०, 1949) के मानचित्रों पर अंशतः आधारित ।

के रूप में बसाव की समस्याओं को चित्र द्वारा समझाया जा सकता है।[1] इसके अतिरिक्त, प्रतिकृतियों के पुनरुत्पादन में अधिकृत होने की अच्छाई है, विशेषकर ऐतिहासिक अभिलेखों के विषय में।[2]

किन्तु, यद्यपि मानचित्रों के प्रतिकृति पुनरुत्पादनों का अक्सर उपयोग होता है, इससे यह निष्कर्ष नहीं निकलता कि प्रतिकृतियों के पुनरुत्पादन सदैव संतोषजनक या उपयुक्त होते हैं। प्रतिकृति मानचित्र महँगे पड़ते हैं क्योंकि इनमें रंग या हाफ़टोन का उपयोग आवश्यक हो सकता है। और रंगीन मानचित्रों को काले या सफ़ेद में पुनरुत्पादित करने के प्रयास सामान्यत: असफल होते हैं। अधिकतर मापनी को छोटी करने का प्रयास किया जाता है जिससे, जहाँ तक मानचित्र की पठनीयता का विषय है, इसके परिणाम विनाशकारी होते हैं।

जिन प्रतिकृतियों का लघुकरण करना हो उन्हें सामान्यत: फिर से खींचना चाहिये (चित्र 192)। मानचित्रों से बस्तियों के फ़ोटो-पुनरुत्पादन में प्रयुक्त होने वाली मापनी तथा प्रविधि की समस्याएँ सावधानी पूर्वक विचार करने योग्य हैं। नगर के प्लानों के विषय में एक उपयोगी प्रविधि यह है कि पाज़िटिव तथा एक नेगेटिव को इमल्शन से इमल्शन में अध्यारोपित किया जाय, किन्तु सही मिलान से कुछ सरका कर। प्रिंट बनाने पर इस प्रकार से प्राप्त हुए छाया के प्रभाव से उच्चावचन का दृष्टिभ्रम उत्पन्न होता है जिससे प्रतिकृति की स्पष्टता बढ़ जाती है (चित्र 193)।

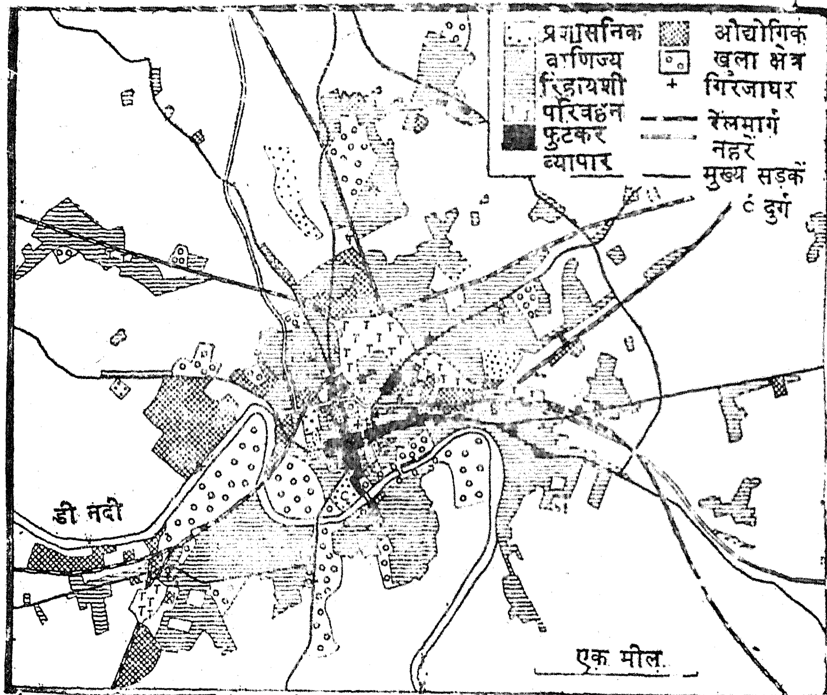
रंगारेखी मानचित्र

बस्ती के विविध स्वरूपों तथा प्रकारों के प्रादेशिक वितरण को दिखलाने के लिए रंगारेखी मानचित्रों का उपयोग किया जा सकता है। ये आवश्यकतावश सामान्यीकृत होते हैं; उदाहरण के लिए बस्ती के विपर्यासी प्रकार वाले क्षेत्रों को बड़ी विभिन्नताएं दिखलाने के लिए रंग दिया जाता है, या बस्ती के प्रकारों को सीमांकित करने वाली रेखाएं खींच दी जाती हैं और इस प्रकार सीमांकित क्षेत्रों में उनके उपयुक्त नाम लिख दिये जाते है।[3]

---

1. इसके बहुत से उदाहरण हैं। 'Types de peuplement rural en France,' *Annales de Géographié*, अंक 48 (पेरिस, 1939) में फ्रेंच 1:10000 श्रेणी पर आधारित A. Demangeon के मानचित्रों का उद्धरण किया जा सकता है। छ-इंच श्रेणी की प्रतिकृतियाँ H. Thorpe, 'Some Aspects of Rural) Settlement in County Durham', *Geography*, अंक 35, पृ० 244-55 (लन्दन, 1950) में मिलती हैं। M. A. Lefèvre, *Principes et Problèms de Geographie Humaine* (ब्रूसेल्स, 1946) मे बसाव की समस्या को समझाने के लिए अनेक प्रतिकृतियाँ पुनरुत्पादित की गयी हैं।
2. उदाहरण के लिए M. A. Lefèvre *op. cit.* (1946) ने नगरों के आकृति-विज्ञान को समझाने के लिए J. de Deventer, *Atlas des Villes de la* Belge au XVIe Siècle से प्रतिकृतियों का उपयोग किया है।
3. उदाहरण के लिए, M. A. Lefèvre, *op. cit.* (1946) देखिए।

वितरणों को दिखलाने के लिए रंगों या छायाकरण के बजाय प्रतीकों का उपयोग किया जा सकता है। इस प्रकार के मानचित्रों को कभी-कभी वर्ण-प्रतीकी कहा जाता है। बस्ती के प्रकारों का मिश्रण दिखलाने में ये मानचित्र लाभदायक होते हैं (चित्र 194)।

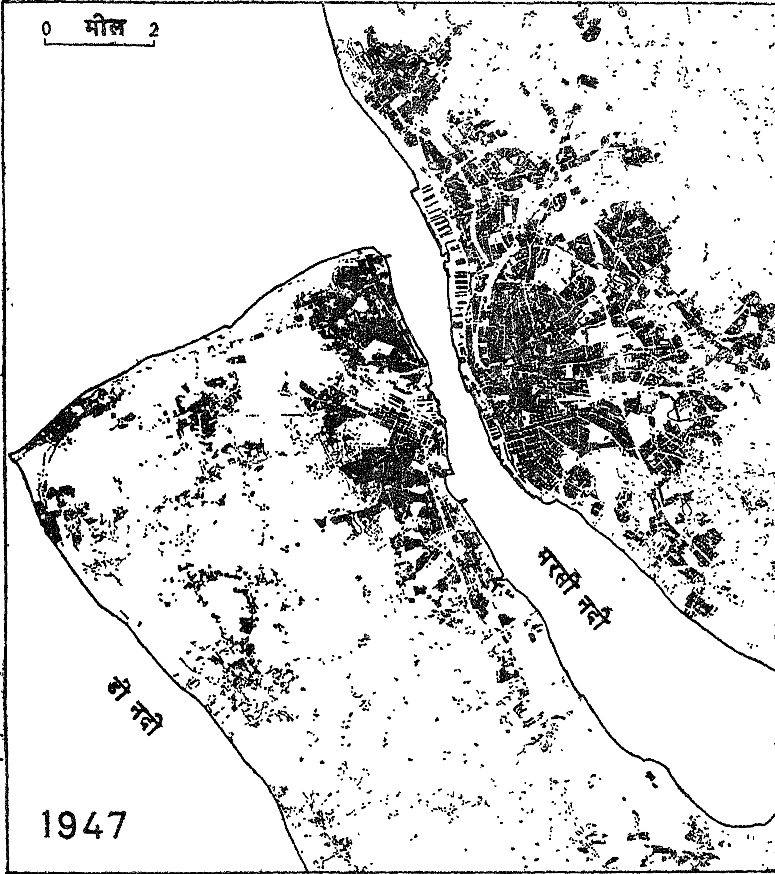


चित्र 195—नगरीय भूमि-उपयोग का एक वर्ण प्रतीकी मानचित्र

यह मानचित्र 1949 में काउन्टी नगर चेस्टर की दशाओं से सम्बन्धित है। कृषि कार्यों में प्रयुक्त भूमि को अछायाकृत छोड़ दिया गया है। सूचनाएँ स्थलीय सर्वेक्षण से प्राप्त की गयी थीं।

चित्रात्मक प्रतीकों का उपयोग करने वाले, इस प्रकार के मानचित्रों का, मकानों के प्रकारों तथा इमारतों के स्वरूपों के वितरण को दिखलाने के लिए उपयोग किया जाता है। उदाहरण के लिए, बन्द तथा खुले प्रकार की फ़ार्म-इमारतें, पत्थर, टट्टर तथा लकड़ी के मकान, तथा छत के प्रकार आदि के वितरण को प्रतीकों के द्वारा उपयुक्त रूप से चित्रित किया जा सकता है; प्रायः इमारतों के प्लान या ऊँचाई में प्रादेशिक विभिन्नताओं को दिखलाने के लिए, या इमारतों को बनाने के पदार्थों की विभिन्नताओं को दिखलाने के लिए चित्रात्मक प्रतीकों का अत्यन्त प्रभावशील उपयोग होता है।

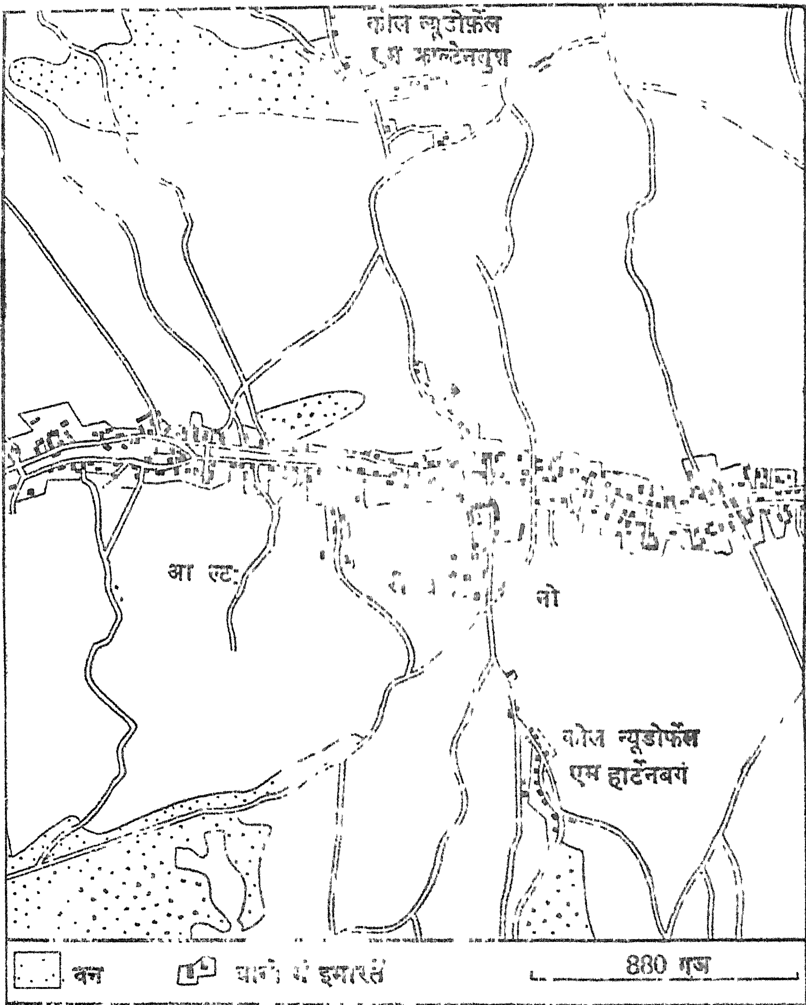
नगरीय भूमि-उपयोग के अवभेदन को चित्र द्वारा समझाने में रंगारेखी प्रविधि का एक विशेष प्रयोग है। (चित्र 195)। ये मानचित्र नगर नियोजक के लिए विशेष महत्व के होते हैं। इन्हें प्रायः रंगीन बनाया जाता है तथा क्षेत्रीय सर्वेक्षणों से संग्रह किया जाता है। भूमि-उपयोग मानचित्रों को, विशेषकर नगरीय क्षेत्रों में भूमि-उपयोग पर विचार करने के लिए, जनसंख्या वितरण के मानचित्रों के साथ मिश्रित किया जा सकता है। उदाहरण के



चित्र 196—1947 में मरसीसाइड के बस्ती-प्रतिरूप का अनुरेखण।
आर्डनेन्स सर्वे, एक-इंच श्रेणी, छठवाँ संस्करण, पत्रक 100 पर आधारित।

लिए निवास सम्बन्धी भूमि-उपयोग को एक दिये हुए जनसंख्या मान वाले बिन्दुओं से दिखलाया जा सकता है (देखिये पृ० 336)।[1]

1. W. Applebaum, 'A Technique for Constructing a Population and Urban Land-use Map,' *Economic Geography*, अंक 28, पृ० 240-3 (वॉरसेस्टर, मैसा०, 1952)।



चित्र 197—एक जर्मन गाँव का एक वरणात्मक अनुरेखण।

Preuss. Messtisch-blatt, 3012, *Freiburg (in Niederschlesien)* 1 : 25,000 श्रेणी, तथा G. Braun, *Deutschland* (बर्लिन, 1936) पर आधारित।

यह मानचित्र लोवर साइलेशिया के एक प्ररूपी 'वन-ग्राम' (*Waldhufen-dorf*) को दिखलाता है। मानचित्र से केवल इतना ही ब्यौरा लिया गया है जो गाँव के स्वरूप को, बचे हुए जंगल से इसके सम्बन्ध को, और संचार के प्रतिरूप को दिखला सके, जो कि गाँव के दोनों ओर जंगल-संसाधनों के क्रमबद्ध शोषण को प्रतिबिम्बित करता है।

अनुरेखण

जब बस्ती के प्रतिरूपों पर विचार किया जा रहा हो तो विशेष मानचित्रों के सभी ब्यौरे को प्रतिकृति पुनरुत्पादित करना अक्सर अनावश्यक होता है। वास्तव में मानचित्र के केवल कुछ लक्षणों को चुनने तथा एक अनुरेखण के द्वारा पुनरुत्पादन के कार्य के लिए उन्हें पृथक करने की प्रक्रिया सम्पूर्ण मानचित्र से कुछ वितरणों पर महत्व को स्थानान्तरित करके विश्लेषण में सहायक हो सकती है।

इमारती प्रतिरूप

अन्य सभी स्थलाकृतिक ब्यौरे को छोड़ते हुए इमारतों के प्रतिरूप को निकालने से इमारतों का विन्यास स्पष्ट हो जाता है और उनके विन्यास के सार्थक लक्षणों को अधिक सरलता से देखा जा सकता है। सभी इमारतों का अनुरेखण करके उन्हें काला रंग देने से निष्कर्षण कार्य तत्परता से पूरा हो जाता है (चित्र 196)। अथवा, कुछ कार्यों के लिए यह उपयोगी हो जाता है कि इमारतों के साथ ही बगीचों, औद्योगिक अहातों तथा विविध प्रकार के संस्थापनों के क्षेत्र का अनुरेखण कर लिया जाय। ब्रिटिश बस्तियों के विषय में लैण्ड युटिलाइज़ेशन सर्वे मानचित्रों में लाल तथा बैंगनी रंगे क्षेत्रों का अनुरेखण करके, और अनुरेखण पर ऐसे क्षेत्रों को काला करके यह कार्य पूरा हो सकता है।[1] इस प्रक्रम में एक विशेष गुण है कि ब्यौरे का अधिक ह्रास हुए बिना, अनुरेखणों का लघुकरण किया जा सकता है, किन्तु इस प्रकार से बस्तियों के स्वरूप सदैव स्पष्ट नहीं होते।

यदि अनुरेखण में इमारत के प्रतिरूप के अतिरिक्त विशेष स्थलाकृतिक लक्षणों को सम्मिलित कर दिया जाय तो बस्ती के प्रतिरूप में प्रादेशिक विभिन्नताओं की प्रकृति तथा कारणों का बाद में विश्लेषण करने में सहायता हो सकती है। उदाहरण के लिए सड़क प्रतिरूप को सम्मिलित करने से रिबन विस्तार स्पष्ट हो सकता है, या इस प्रकार से ग्रामीण बस्तियों के स्वरूपों को समझाने में सहायता मिल सकती है, जैसे कि उत्तरी बेल्जियम के सड़क-ग्राम,[2] उत्तरी जर्मनी के वन-ग्राम (चित्र 197), तथा पूर्वी जर्मनी के गोल-ग्राम। इसके अतिरिक्त, हो सकता है कि कुछ प्रकार की ग्रामीण बस्तियाँ प्रभेदक सड़क प्रतिरूपों से स्वयं सम्बन्धित हों (चित्र 198)। नगरों के विषय में सड़कों का प्रतिरूप अक्सर नगर के आकृति विज्ञान का सबसे रूढ़ लक्षण होता है। किसी नगर के सड़क प्रतिरूप का अनुरेखण, उस नगर की बहुत सी इमारतों के अनुरेखण का अतिरिक्त कष्ट किये बिना ही, उस नगर की उत्पत्ति तथा स्वरूप के ब्यौरे को दिखलाने के लिए पर्याप्त हो सकता है। यह भी नहीं भूलना चाहिए कि नगरों की संरचना में रेलें एक महत्वपूर्ण लक्षण होती हैं, और इस सम्बन्ध में रेल प्रतिरूप का अनुरेखण उपयोगी होता है।[3]

---

1. **लैण्ड युटिलाइज़ेशन सर्वे आफ़ ब्रिटेन** के विविध अंकों में इस प्रविधि के प्रचुर उदाहरण देखे जा सकते हैं।
2. M. A. Lefèvre, *L' Habitat rural en Belgique. Etude de Geographie Humaine* (Liége, 1926)।
3. S. H. Beaver, 'Railways of Great Cities,' *Geography*, अंक 22, पृ० 116-21 (लन्दन 1937) में मानचित्रों के

संसार के कुछ भागों में बस्ती के स्वरूप विविध खेत प्रणालियों के सम्बन्ध में उत्पन्न हुए हैं। अतः खेत की सीमाएँ सम्मिलित करने से कभी-कभी कुछ विशेष बस्तियों की उत्पत्ति की दशाओं को समझाने में सहायता मिल सकती है (चित्र 199)। बाड़ों ने, वास्तव में बहुत अधिक वर्षों तक ब्रिटिश खेत प्रणालियों को रूपान्तरित किया है।

जहाँ अपेक्षाकृत हाल में भूमि का बाड़ों में परिवर्तन हुआ है, वहाँ बाड़ों के मानचित्रों तथा पुराने जायदाद मानचित्रों के अनुरेखण उपयोगी साक्ष्य प्रस्तुत करते हैं।[1]

बस्तियों के वितरण के कुछ पहलुओं को स्पष्ट करने के लिए, पैरिश, कम्यून, या टाउनशिप की सीमाओं को ग्रामीण बस्ती के मानचित्र में सम्मिलित करना तथा नगरों में प्रशासनिक सीमाओं को दिखलाना आवश्यक हो सकता है। अतः, उदाहरण के लिए, पैरिश के संसाधनों के साथ गाँवों के स्थल चुनाव का सम्बन्ध दिखलाने के लिए पैरिश सीमाओं को सम्मिलित करना उपयोगी होता है। ब्रिटिश द्वीप में पैरिश सदैव से बसाव की एक इकाई नहीं है, किन्तु जहाँ यह विश्वास करने का कारण उपस्थित है कि पैरिश सीमाओं के द्वारा आज या पहिले कभी एक पैरिश का दूसरे से आर्थिक सीमांकन हुआ है, वहाँ ये सीमाएँ सार्थक लक्षण बन जाती हैं।

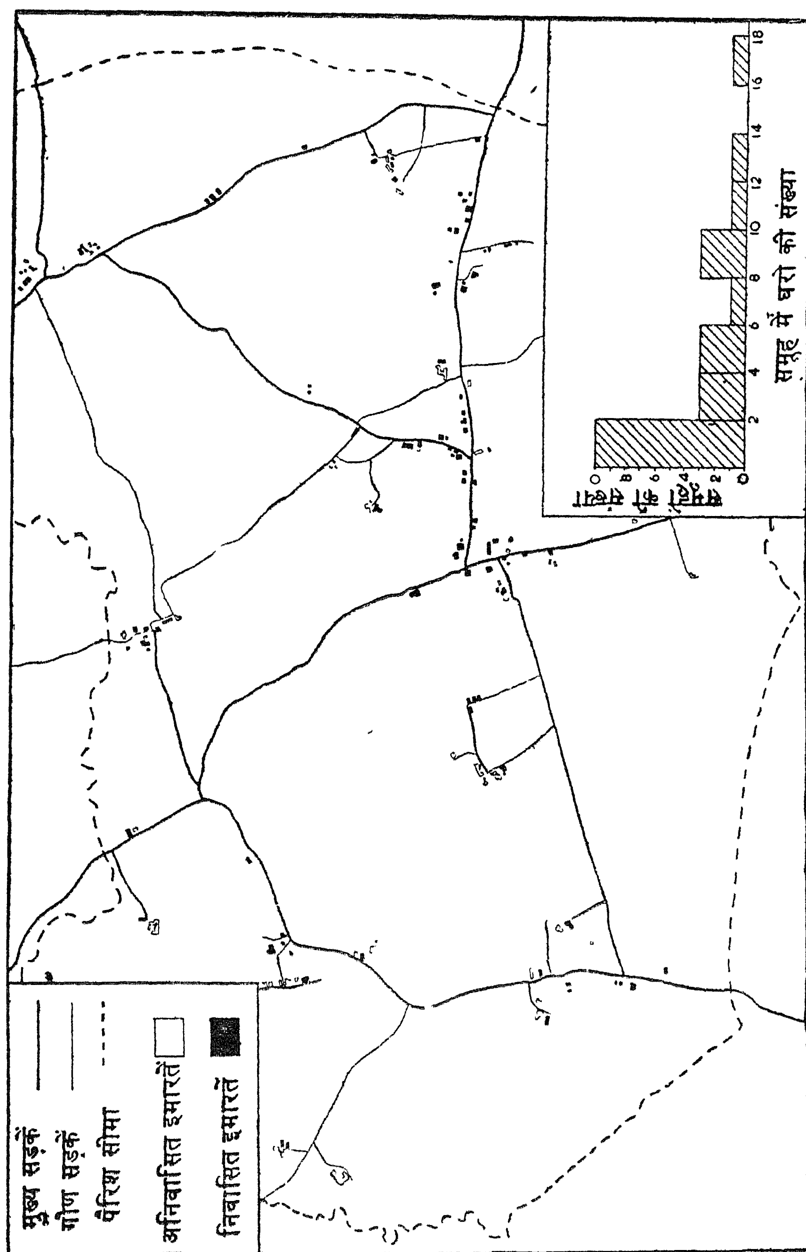
प्राकृतिक वनस्पति, विशेषकर कच्छ, अजोतभूमि, तथा वन का पाया जाना, अक्सर प्रादेशिक बसाव के स्वरूपों को प्रभावित करता है। उदाहरण के लिए साइलेशिया के वन-ग्राम, तथा उत्तरी योरप की तटभूमि के कच्छ-ग्राम, विभिन्न प्रकार के प्राकृतिक वातावरण के उपनिवेशीकरण तथा शोषण से सम्बन्धित हैं। फलस्वरूप, प्राकृतिक वनस्पति तथा भूमि-उपयोग का ब्यौरा सम्मिलित कर देने से बसाव स्वरूपों के समझने में बहुत सहायता मिल सकती है (चित्र 197)।[2]

ठोस तथा अपोढ, दोनों भूवैज्ञानिक मानचित्रों के अनुरेखण ग्रामों की अवस्थिति को समझाने में सहायक होते हैं। स्रोत-रेखा ग्राम, या अपोढ-रहित स्थलों पर बसे हुए ग्रामों का विवरण भूवैज्ञानिक मानचित्रों को देखने पर सब से अधिक स्पष्ट होता है। इसके अतिरिक्त भूवैज्ञानिक वितरण, ग्रामों के स्वरूप पर, कुछ प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष प्रभाव डाल सकते हैं। डॉरसेट के चाकलैण्ड्स की घाटियों में उपस्थित रेखीय समूह निकटवर्ती चिकनी मिट्टी के क्षेत्रों या ब्लैकमूर की घाटी की प्रकीर्ण बस्तियों से काफ़ी भिन्न हैं। पी० एल०

---

1. M. Bloch, *Les Caractères Originaux de l'* Histoire Rurale Francaise (ऑसलो, लन्दन, आदि, 1931) में मानचित्रों का उत्तम चुनाव देखिए; M. A. Davies, 'Selected Types of Settlements and Field shapes in Pembrokeshire', *Land utilisation Survey of Britain*, भाग 32 लन्दन, 1939) भी देखिए।

2. और उदाहरणों के लिए, E. H. G. Dobby, 'Settlement Pattern in Malaya', *Geographical Review*, अंक 32, पृ० 211-32 (न्यू यार्क, 1942) देखिए; तथा K. C. Edwards, *et al.*, 'The Nowy Targ Basin of the Polish Tatra,' *Scottish Geographical Magazine*, अंक 51, पृ० 215-28 (एडिनबरा, 1935)।



चित्र 198—ब्लैकमोर की घाटी के एक प्रकीर्ण गाँव, हॉलवेल, का एक वरणात्मक अनुरेखण।

पैरिश में मकान-समूहों के विश्लेषण की एक विधि को उपमानचित्र द्वारा समझाता है।



चित्र 199—खेतों की सीमाओं के साथ एक गाँव का अनुरेखण

S. Ilešič, 'Vasi na Ljubljanskem polju in njegovem obrobu,' *Geografski Vestnik*, अंक 10 (Ljubljana, 1934) पर आधारित ।

यह गाँव स्लोवेनिया का Spodnje Brnik है, जो कि एक प्ररूपी *Gewanndorf* है । पृथक खेतों की सीमाएँ दिखलायी गयी है और जोतो के खंडन (fragmentation) की सीमा को दिखलाने के लिए एक फार्म के स्वामित्व की पट्टियाँ छायाकृत है ।

मिचोट के बेल्जियम के मानचित्र, जो भूवैज्ञानिक आधार-मानचित्रों पर बस्तियों के वितरण को दिखलाते हैं, इस प्रकार के चित्र द्वारा समझाने के अच्छे उदाहरण कहे जा सकते हैं।[1] इन मानचित्रों को भूवैज्ञानिक वितरणों को दिखलाने के लिए रंग दिया गया है तथा बस्तियों को विवर्धित (enlargd) तथा स्पष्टीकृत प्रतीकों से दिखलाया गया है।

सार्थक भूवैज्ञानिक वितरणों को अक्सर रूपरेखाओं से तथा विन्दु चित्रण से दिखलाया जा सकता है, यदि ये ब्यौरे बस्तियों के प्रतीकों को छिपा न दें।

बस्तियों के स्थल-चुनाव तथा स्वरूप को स्थल-स्वरूपों से सम्बन्धित किया जा सकता है, अत:, उच्चावचन तथा अपवाह के प्रतिरूप में प्रतिबिम्बित स्थल स्वरूपों को, विशेष सम्बन्धों को दिखलाने के लिए, प्रदर्शित् किया जा सकता है। विसर्प-स्थल नगर, जैसे कि नदी-वेदिकाओं पर स्थित नगर, दर्रा-नगर, सुरक्षा के लिए विलग पहाड़ियों पर अवस्थापित नगर, तथा शुष्क-घाटी की बस्तियाँ, सब इन सम्बन्धों के उदाहरण हैं। सामान्यत: विशेष स्थल-स्वरूपों को संक्षेप में दिखलाने के लिए कुछ समोच्च रेखाओं तथा अपवाह प्रणालों का अनुरेखण पर्याप्त होता है। यह देखा जा सकता है कि स्थल के कुछ पहलुओं को दिखलाने के लिए समोच्च रेखाओं की अपेक्षा हैश्यूर प्राय: अधिक सहायक होते हैं।

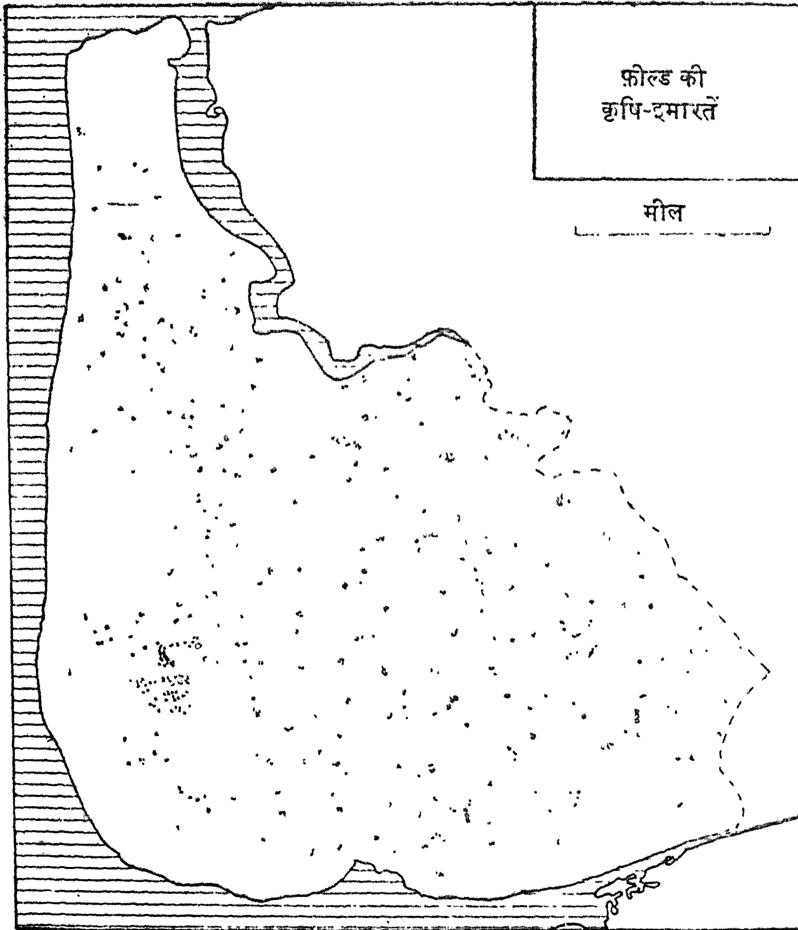
बस्ती प्रतिरूप के तत्व

अभी तक विविध प्रकार की इमारतों तथा संस्थापनों पर ध्यान दिये बिना ही बस्ती के प्रतिरूप पर विचार किया गया है। ये इमारतें विभिन्न आयु की हो सकती हैं, विभिन्न कार्यों में लगी हो सकती हैं तथा एक दूसरे से वास्तुकला में भिन्न हो सकती हैं। सिवाय उस सूचना के जो कि स्थानों के नामों से मिलती है, स्थलाकृतिक मानचित्रों में इमारती प्रतिरूप के भिन्न तत्वों को पृथक करने के लिए समुचित प्रयास नही किया जाता। गिरजाघरों को दिखलाने के लिए, प्रतीकों का उपयोग किया जाता है और स्वेडन की 1:100,000 श्रेणी में, पृथक स्वरूपों का प्रतीकों से अवभेदन किया गया है।[2] ब्रिटिश एक-इंच श्रेणी के विशेष संस्करणों में प्रतीकों के द्वारा विभिन्न गृह-प्रतिरूपों को भी दिखलाया गया है।[3] और मानचित्रों में दिये गये इमारती प्रतिरूपों के निरीक्षण से विभिन्न पड़ौसों की निवास-सम्बन्धी प्रकृति के विषय में बहुत कुछ अनुमान किया जा सकता है (चित्र 196)।

---

1. P. L. Michotte, *Belgiue, Echantillons-types de Régions Geographiques.*, जीन ब्रून्स संकलन, 1.20,000 (पेरिस, विभिन्न तिथियाँ)
2. नार्वे के स्थलाकृतिक मानचित्रों से प्राप्त किया गया फ़ार्मो का वितरण W. H. Ahlmann, 'The Study of Settlements', *Geographical Review*, अंक 18, पृ० 93-128 (न्यू यार्क 1928) में देखिए।
3. H. Rees, 'the Representation of the Housing Patterns in Fifth and Sixth Editions of the Ordnance Survey One-Inch,' *Geography*

तथापि, इमारती प्रतिरूप के तत्वों के सही विश्लेषण के लिए कुछ स्थलीय-अध्ययन आवश्यक है। इमारती प्रतिरूप के जो तत्व विशेष अध्ययन में सम्मिलित हो सकते हैं वे आयु तत्व, वास्तु-कला के तत्व, जैसे कि इमारतों की ऊँचाई[1] या शैली (Style) तथा कार्य

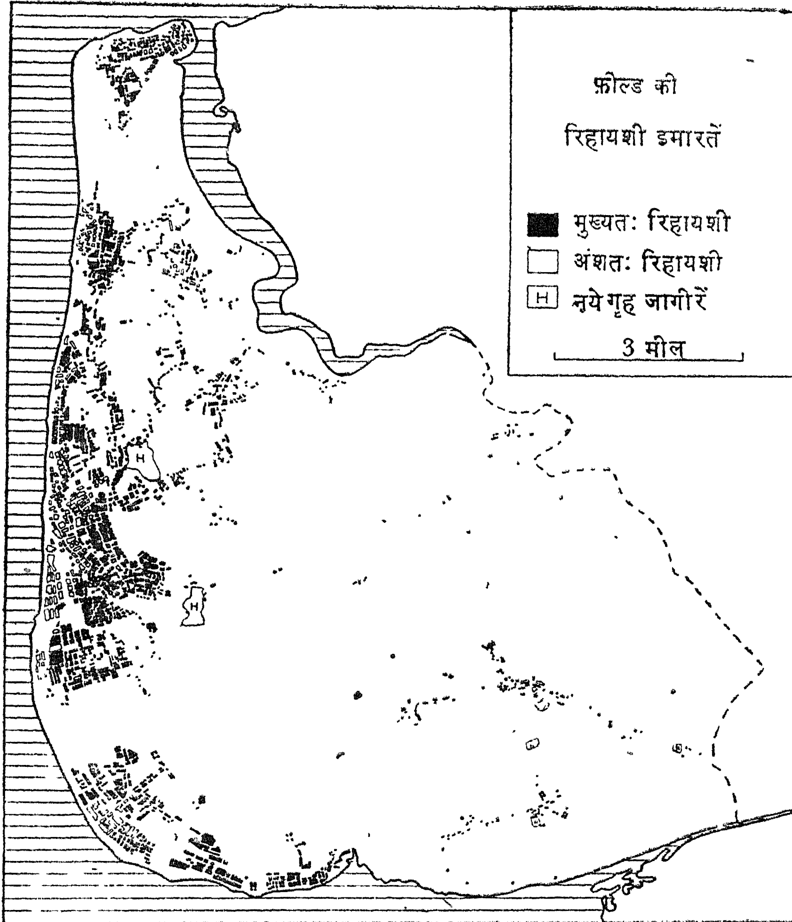


चित्र 200—फ़ील्ड (Fylde) में फार्म-इमारतों का एक अनुरेखण

आर्डनेन्स सर्वे मानचित्रों की 6 इंच श्रेणी के साथ स्थलीय प्रारम्भिक सर्वेक्षण पर आधारित। कांच घरों को खोखले प्रतीकों से तथा फार्म-इमारतों को ठोस काले प्रतीकों से दिखलाया गया है। स्पष्टता के लिए सभी प्रतीकों में अतिशयोक्ति कर दी गई है।

1. W. W. Atwood, 'A Geographial Study of the Mese Verde,' *Annals of the Association of American Geographers* अंक 1, पृ० 95-100

सम्बन्धी तत्व हैं। आयु तत्वों पर विचार करने में कुछ समस्याएँ उत्पन्न होती हैं, कि आयु संवर्गों को सीमांकित करने के लिए वे तिथियाँ चुनी जाये जिनकी कोई सार्थकता हो; वास्तु-कला के तत्वों का अन्वेषण, इमारतों के बदलते हुए कार्यों को दिखलाने में तथा, किसी बस्ती विशेष के ऐतिहासिक कार्यों को पुर्ननिमित करने में उपयोगी सिद्ध हो सकता है। यहाँ



चित्र 201—फील्ड (Fylde) में निवास सम्बन्धी इमारतों का एक अनुरेखण
आर्डनेन्स सर्वे मानचित्रों की 6 इंच श्रेणी के साथ स्थलीय प्रारम्भिक सर्वेक्षण पर आधारित। इस मानचित्र के लिए फार्म-इमारतों को निवासों के अन्तर्गत सम्मिलित नहीं किया गया है।

पर आयु या वास्तु-कला के विश्लेषण पर विचार करने का उद्देश्य नहीं है. किन्तु कार्य

कार्य सम्बन्धी तत्व—इमारतों के उपयोग के सर्वेक्षणों का उल्लेख पहिले ही किया जा चुका है (देखिये पृ० 375)। ऐसे सर्वेक्षण बस्ती के प्रतिरूप के कार्य सम्बन्धी विश्लेषणों के लिए आँकड़े प्रस्तुत करते हैं। कार्य सम्बन्धी तत्वों के मानचित्रात्मक कार्य का सार उनके वितरण मानचित्र बनाना होता है। यह इस प्रकार हो सकता है कि बस्ती के प्रतिरूप का विस्तार पूर्वक अनुरेखण किया जाय तथा पृथक इमारतों एवं संस्थापनों को उनके कार्यों की प्रकृति के अनुसार रंगा जाय, या एक अधिक व्यावहारिक विधि को अपनाते हुए, प्रतिरूप से विशेष तत्वों को पृथक कर उन पर विचार किया जाय (चित्र 200-1)।

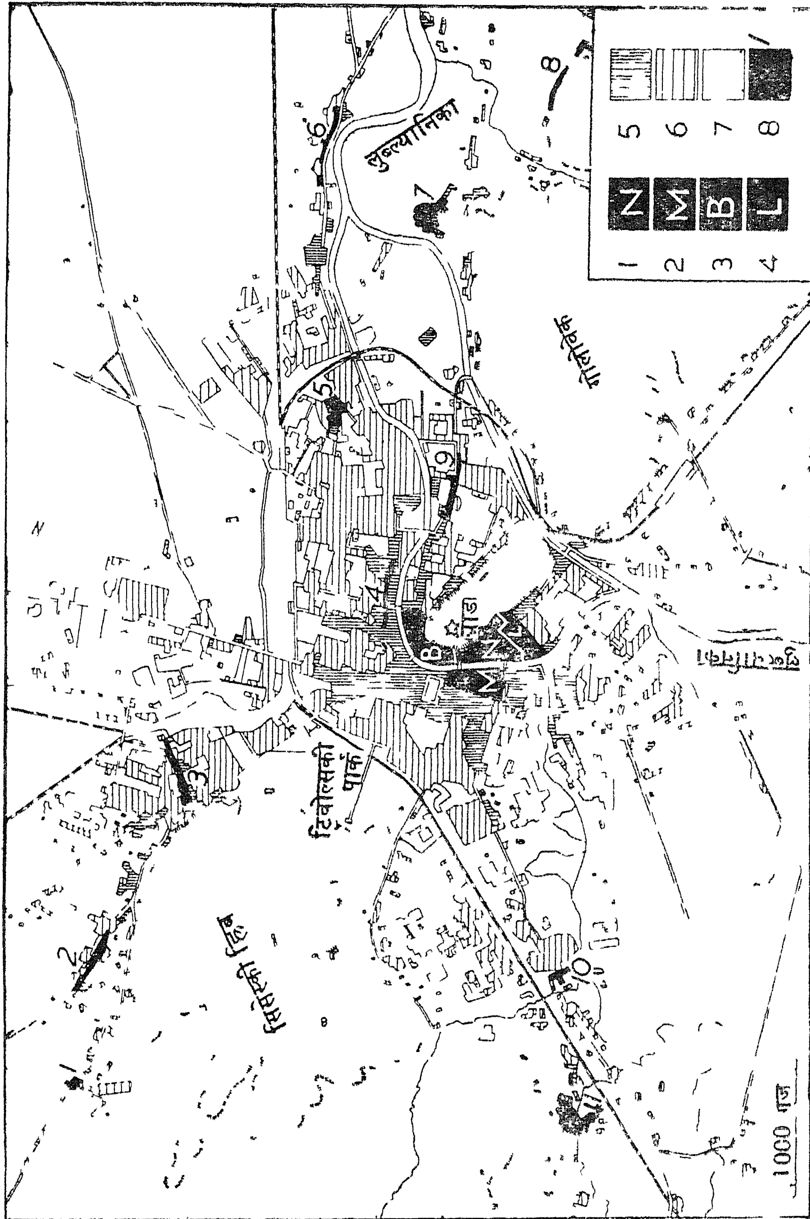
मूल समस्या यह है कि एक विस्तृत क्षेत्र पर कार्य सम्बन्धी तत्वों को किस प्रकार दिखलाया जाय जिसमें अनुरेखण का अत्यधिक लघुकरण न हो जाय, जिस प्रक्रिया में पृथक इमारतों का ब्यौरा लुप्त हो जाता है। फ़ार्मों की तरह की प्रकीर्ण इमारतों के विषय में निम्नलिखित तरीकों का प्रयोग किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, मान लीजिये कि ब्रिटेन के एक प्रदेश में इमारतों के प्रतिरूप में कृषि सम्बन्धी तत्व का वितरण दिखलाना है। इसकी सूचना क्षेत्रीय सर्वेक्षण के द्वारा छः इंच वाले आधार-मानचित्र पर संग्रह की जाती है। फिर फ़ार्म की इमारतों को दर्शाने वाले प्रतीकों को 1 : 25,000 के आधार-मानचित्र पर या एक-इंच तक के मानचित्र पर स्थानान्तरित किया जा सकता है, यदि प्रतीकों को परिशुद्धता से अवस्थापित करने की सावधानी बरती जाय (चित्र 200)। एकत्रित इमारतों के लिए इस विधि का उपयोग नहीं किया जा सकता, किन्तु इस विषय में लघुकरण की समस्याएँ इतनी गम्भीर नहीं हो सकतीं।

इमारती प्रतिरूप के कार्य सम्बन्धी तत्वों के मानचित्रों में एक अन्य कठिनाई होती है कि एक से अधिक कार्यों में लगी हुई इमारत का कार्य निर्धारित करना आवश्यक होता है। चित्र 201 में इस समस्या का एक हल प्रस्तुत किया गया है। इमारतों वाले प्रत्येक खण्ड में एक विशेष कार्य में लगे हुए समानुपात का, जो इस उदाहरण में निवास सम्बन्धी लिया गया है, अनुमान किया गया है और इमारती प्रतिरूपों को उसके अनुसार छायाकृत किया गया है।

बस्तियों के वितरण तथा बस्ती के प्रतिरूप के स्वरूप दोनों को निर्धारित करने वाले कारकों पर विचार करने में बस्ती के प्रतिरूप का तात्विक कार्य-सम्बन्धी विश्लेषण सुविधा उत्पन्न करता है। प्रतिरूप में किसी विशेष तत्व, जैसे कि विभिन्न नगरों में केन्द्रीय व्यापारिक क्षेत्र, के विन्यासों की तुलना करना[1] अथवा विभिन्न प्रदेशों में कृषि इमारतों के विन्यास की तुलना करना एक उपयोगी अभ्यास होता है। प्रत्येक तत्व के विस्तृत संघटन पर विचार करके बस्ती के प्रतिरूप के तत्वों के आलेखन के सिद्धान्तों को आगे बढ़ाया जा सकता है। उदाहरण के लिए, निवास सम्बन्धी तत्व को जायदाद की विभिन्न कोटियों में उपविभाजित किया जा सकता है।

---

1. उदाहरण के लिए G. W. Hartmann, 'The Central Business District : A Study in Urban Geography,' *Economic Geography*, अंक 26


N
M
B
L
1000 गज

तथापि, यह नहीं भूलना चाहिए कि बस्ती का प्रतिरूप एक सपूर्ण जैव इकाई होता है। इसकी बनावट में घटकों की विभिन्नता का विश्लेषण करने में तात्विक विश्लेषण का जितना उपयोग किया जाय, उतना ही विभिन्न भागों के परस्पर सम्बन्धों को दिखलाने के लिए करना चाहिए।

वृद्धि (Growth) मानचित्र

निर्माण-की-तिथि के अनुरेखणों का उल्लेख किया जा चुका है। ऐसे अनुरेखण विशेष बस्ती की इकाइयों की वृद्धि का सामान्य संकेत देते हैं, किन्तु इस विषय में वे पूणत: सन्तोषजनक नहीं होते। अक्सर नगर के केन्द्र में बहुत कुछ पुनर्निर्माण हो चुका है जिसकी आयु एक विशेष केन्द्रक से नगर की वृद्धि का कोई संकेत नहीं है। स्थलाकृतिक मानचित्रों की एक श्रेणी की सहायता से मिश्र अनुरेखण बनाये जा सकते हैं जो कि नगर के विकास को तथा उसकी वृद्धि की दर का एक अधिक सच्चा दृश्य प्रस्तुत करते हैं (चित्र 202)। एक-इंच वाले मानचित्र जो निर्मित क्षेत्रों की सीमाएँ दिखलाते हैं, प्रायः इतने पर्याप्त ब्यौरे वाले होते हैं कि उत्तरोत्तर दशकों पर इमारती प्रतिरूप के अनुरेखण से वृद्धि को आलेखित किया जा सकता है।[1]

प्रतीक

वास्तव में, स्थलाकृतिक मानचित्रों से बस्ती-प्रतिरूप के अनुरेखण में भी, जिसका ऊपर उल्लेख किया जा चुका है (पृ० 383), समझाने के लिए प्रतीकों का उपयोग होता है, जहाँ तक कि स्थलाकृतिक मानचित्रों में कभी-कभी मापनी की कठिनाई के कारण बस्तियों

1 मिनियापोलिस-सेन्ट पॉल के वृद्धि-मानचित्रों की एक असाधारण श्रेणी जे० आर० बाँरचर्ट ने बनाई थी, जिन्होंने 'जुड़वा नगरों' (twin citie) के लिए 1900, 1940 तथा 1956 के मानचित्र बनाये और उच्च, मध्यम तथा निम्न-घनत्व के बसाव क्षेत्रों को सीमांकित किया था। इन्होंने 1980 के लिए एक प्रक्षेपित (projected) प्रतिरूप भी सम्मिलित किया था। J. R. Borchert, 'The Twin Cities Urbanized Area; Past, Present and Future,' *Geographical Review*, अंक 51, पृ० 47-50 (न्यू यार्क, 1961) देखिए। इस लेख में बस्ती के प्रदर्शन की विविध मानचित्रात्मक एवं आरेखी विधियों की प्रचुरता है।

चित्र 202—ल्युब्लियाना (Ljubljana) का एक वृद्धि मानचित्र

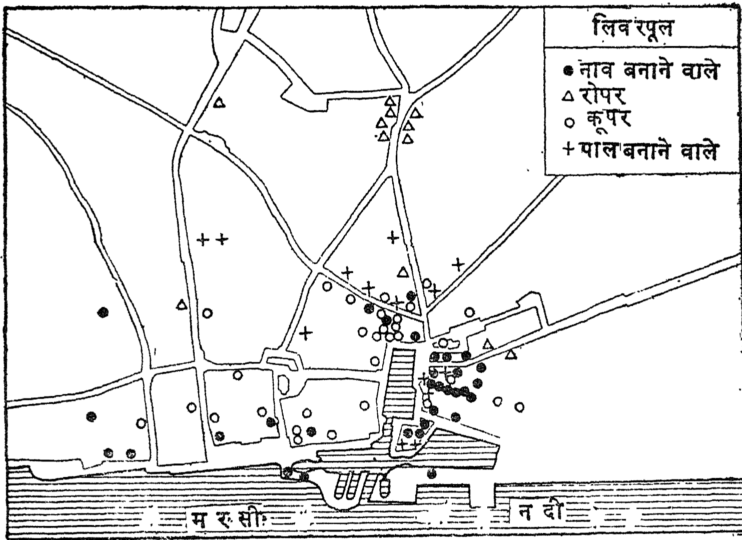
A. Melik, 'Razvoj Ljubljane', *Geografski Vestnik*, अंक 5-6 (Ljubljana, 1930) पर आधारित।

की में के सन्दर्भ में निम्नलिखित हैं : 1. मध्ययुगीन केन्द्रक (nucleus), 2. 13वीं शताब्दी में बना नया बाज़ार, 3. 14वीं शताब्दी के प्रारम्भ तथा बाद में बना बिशप के महल को घेरता हुआ तथा मेस्टनी सड़क के सिरों पर बसा नगर, 4. नगर से जुड़ा हुआ जागीरदारी निवास स्थल (manorial quarter) जो कि 1933 में बना, 5. 1825 तक नगर की वृद्धि, 6. 1914 तक की वृद्धि, 7. 1929 तक की वृद्धि, 8. सीमावर्ती ग्रामीण बस्तियों के मूल केन्द्रक क्रमागत संख्यांकित।

को रूढ़ तरीके से दर्शाया जाता है। तथापि, इन मानचित्रों पर बनाये गये प्रतीक प्रायः मूल इमारतों के प्लान को यथा सम्भव प्रतिबिम्बित करते हैं। इस खण्ड में जिन प्रतीकों पर विचार किया गया है वे विन्दुओं, समानुपातिक वृत्तों, या तारों तथा वर्गों जैसे अवभेदित अमात्रात्मक प्रतीक होते हैं। इन प्रतीकों का उपयोग सामान्यतः एक बड़े क्षेत्र पर बस्तियों का वितरण दिखलाने के लिए होता है, जहाँ पर बस्ती-प्रतिरूप में तत्वों को दिखलाना, बस्तियों तथा पृथक इमारतों के भिन्न-भिन्न कार्यों को दिखलाना, बस्ती का जनसंख्या से सम्बन्ध स्थापित करना, स्थल-चुनाव, स्वरूप व संरचना की समस्याओं को चित्र द्वारा समझाना और बस्तियों का परस्पर सम्बन्ध दिखलाना, अनुरेखण के द्वारा अव्यावहारिक होगा।

पृथक इमारतें

पृथक इमारतों को दिखलाने वाले प्रतीकों के अपने उपयोग होते हैं। वासस्थानों (habitations) या फ़ार्मों के वितरण को मानचित्रों के द्वारा दिखलाया जा सकता है, जिसमें एक विन्दु एक इकाई के तुल्य होता है।[1]



चित्र 203—लिवरपूल में चुने हुए उद्योगों की 1766 में अवस्थिति, प्रतीकों के द्वारा आँकड़ों का स्रोत : Gore, *The Liverpool Directory*, 1766. R. Williamson, *A Plan of Liverpool with the Docks* 1766, को आँकड़ों के आलेखन के लिए आधार के रूप में प्रयोग किया गया था।

1. Edgar Kant, *Quelques Problémes Concernant la Représentation de la Densité des Habitations Rurales*, पृ० 455, *Apophoreta Tartuensia* (स्टाकहोम, 1949) देखिए।

ग्रामीण बस्तियों के प्लान तथा संरचना को चित्र के द्वारा समझाने के लिए, पृथक इमारतों को उनके कार्य के अनुसार दर्शाने के लिए, अवभेदक प्रतीक उपयोगी होते हैं। विन्दुओं के द्वारा मकानों, गिरजाघरों, पाठशालाओं या प्रशासनिक इमारतों को दर्शाया जा सकता है। जी० टी० ट्रिवार्था ने संयुक्त राज्य में पल्लियों के प्रकार दिखलाने के लिए इस विधि का उपयोग किया था।[1]

नगरीय संरचना—नगरों में कार्यालयों, औद्योगिक उपक्रमों, दुकानों तथा बैंकों को दिखलाने के लिए प्राय: प्रतीकों का उपयोग किया जाता है (चित्र 203)। किसी फ़र्म में कर्मचारियों की संख्या के समानुपातिक गोलों के द्वारा उपक्रमों के आकार में महत्वपूर्ण अन्तरों को दिखलाना सम्भव होता है।[2] कारखानों की अवस्थितियों को, उनमें काम करने वालों की संख्या के अनुसार, या उनमें लगी हुई पूँजी की मात्रा के अनुसार आलेखित किया जा सकता है।[3]

दुकान किराया सूचक (Shop Rent Index)—नगरीय भूगोलवेत्ता को नगर की संरचना के मानचित्रण में जैसी समस्याएँ मिलती हैं, एक नगर विशेष में बाजार करने की तीव्रता के वितरण को दर्शाने की कठिनाई उनमें प्रारूपिक है। दुकानों के वितरण को दिखलाने वाले विन्दु मानचित्र बाजार करने की तीव्रता को प्रकट नही करते, अत: समानुपातिक प्रतीक बनाने पड़ते हैं। ऐसे आँकड़े मिलने कठिन हैं जिन पर प्रतीकों को आधारित किया जाय। अक्सर वार्षिक कुल बिक्री तक पहुँच प्राप्त नहीं होती, खिड़की का आकार एक विश्वसनीय मार्गदर्शक नहीं है और किराया इमारत के अनुसार भिन्न होता है। कर्मचारियों की गिनती तक भ्रान्तिपूर्ण होती है क्योंकि भिन्न-भिन्न दुकानें भिन्न मूल्य की वस्तुओं का लेन देन करती हैं। आॅलसेन ने, स्टाकहोम के अपने विश्लेषण में, इस समस्या का हल प्रस्तुत किया है। इन्होंने दुकान के किराये का एक सूचक निकाला था जो एक सड़क विशेष पर दुकानों का कुल सामना तथा पृथक दुकानों के द्वारा दिये गये किराये पर विचार करता है। इन्होंने निम्नलिखित सूत्र का सुझाव दिया था :

$$\text{दुकान किराया सूचक} = \frac{\text{सड़क-सामना में दुकानों का कुल किराया}}{\text{सड़क-सामना (frontage) की लम्बाई}}$$

अत:, दुकान किराया सूचक का अर्थ है दुकान किराया प्रति इकाई सामना। इन आँकड़ों के आधार पर आयताकार समानुपातिक प्रतीक बनाये जा सकते हैं जिनकी गहराई सूचक के

1. G. T. Trewartha, 'The Unincorporated Hamlet', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 33, पृ० 32-81 (लंकास्टर, पे०, 1943)।
1. W. William-Olssen तथा अन्य ने स्टाकहोम के विश्लेषण में इन विधियों से नगरीय संरचना के पहलू दिखलाए हैं, जिसका सारांश 'Stockholm,' *Geographical Review*, अंक 30 (न्यू यार्क, 1940) में दिया गया है।
2. J. E. Orchard, 'Shanghai,' *Geographical Review*, अंक 26, पृ० 1-31 (न्यू यार्क, 1936)।

साथ विचरण करती है (चित्र 204)। फिर आयतों को दुकानों के भिन्न कार्यों के अनुसार छायाकृत किया जा सकता है। प्रत्येक सड़क की चौड़ाई को दुकान सामना सूचक के परिवर्ती समानुपातों के अनुरूप बनाते हुए पूरे नगर में सड़क प्रति सड़क पणन तीव्रता दिखलाने के लिए इन मानचित्रों को सरल किया जा सकता है।

नगर तथा ग्राम प्रतीक

जनसंख्या योग—नगरों तथा ग्रामों के वितरण को विन्दुओं, छोटे वृत्तों, छोटे वर्गों, वर्गों में विन्दुओं, तथा ऐसे अन्य प्रतीकों से दर्शाने की रूढ़ि का विस्तृत प्रयोग है। ये प्रतीक प्रत्येक नगर के महत्व को दिखलाने के लिए डिजाइन किये जाते हैं, जैसा कि नगरीय सीमाओं में गणन किये गये योगों के अनुसार उनकी जनसंख्या से प्रकट होता है। ये योग सम्भवत:, किसी नगर के प्रादेशिक महत्व का पूरी तौर से प्रदर्शन न करते हों, क्योंकि नगरों के निर्मित भाग की सीमाएँ नगरीय प्रशासन सीमाओं के साथ सम्पाती नहीं होतीं। अक्सर ऐसा भी होता है कि जनसंख्या के योगों का एक बिल्कुल स्वेच्छ वर्गीकरण काम में लाया जाता है, जैसे कि दस लाख से अधिक, 100,000 से अधिक, 50,000 से अधिक या 10,000 से अधिक जनसंख्या वाले नगर।[1]

जनसंख्या के कुछ सार्थक योग विशेष बस्तियों के कार्य का संकेत देने तथा नगरीय पदानुक्रम में उनके स्थान को बतलाने का कार्य कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, संयुक्त राज्य में बस्तियों के अध्ययन से यह सुझाव मिलता है कि पूर्णत: ग्रामीण केन्द्रों (पल्लियों) की जनसंख्या प्राय: एक सौ से कम होती है, कि आवश्यक सेवाओं से युक्त ग्राम की जनसंख्या प्राय: 200 से अधिक होती है तथा कदाचित ही 1,200 तक पहुँचती है, कि सेवाओं का एक प्रकार प्रस्तुत करने वाले नगरों की जनसंख्या 1,200—6,000 होती है, और सभी सेवाएँ देने वाले 'शहरों' की जनसंख्या प्राय: 6,000 के निकट या उससे बढ़कर होती है। महत्वपूर्ण 'प्रादेशिक महानगरियों' की जनसंख्या 100,000 के निकट या उससे बढ़कर होती है।[2] इस वर्गीकरण की डब्ल्यू० क्रिस्टालर के दक्षिणी जर्मनी के लिए किये गये वर्गीकरण से तुलना करना रोचक होगा।[3]

---

1. कभी कभी जनसंख्या योगों के उत्तरोत्तर वर्गीकरण के अनुसार नगरों के मानचित्रण से उपयोगी कार्य सिद्ध होता है। ऐसी विधि के प्रयोग का एक असाधारण उदाहरण, M. Jefferson, 'Some Consideration of the Geographical Provinces of the United States,' *Annals of the Association of American Geographers*", अंक 7, पृ० 3-15 (लंकास्टर, पे०, 1947) में मिलता है, जिसमें एक हज़ार से उत्तरोत्तर (progressively) दस लाख तथा अधिक तक जनसंख्याओं को दर्शाने के लिए, प्रतीकों के द्वारा नगरों के वितरण को दर्शाने वाले, अनेक बारीकी पूर्ण मानचित्रों से समझाया गया है।
2. अधिकतर यू० एस० आफ़िस आफ़ नैवल रिसर्च की ज्याग्रफ़ी ब्रांच के लिए एक प्रतिवेदन, 'Comparative Studies of Central Place Systems' B. J. L. Berry, H. M. Mayer *et. al.*, 'Retail Location and Consumer Behaviour,' से निगमित।
3. W. Christaller, *Die Zentrale Orte in Süddentschland* (Jena, 1935)।

बस्ती	औसत जनसंख्या
छोटे बाज़ार नगर (*Marktort*)	1,000
बाज़ार नगर (Amtsort)	2,000
स्थानीय केन्द्र (Kreisstadt)	4,000
ज़िला केन्द्र (Bezirkstadt)	10,000
बड़े ज़िला केन्द्र (Gaustadt)	30,000
प्रान्तीय केन्द्र (Provincestadt)	100,000
प्रादेशिक केन्द्र (Landstadt)	500,000

केन्द्रीयता—तथापि, जनसंख्या का आकार किसी नगर की प्रादेशिक सार्थकता का केवल एक संकेत है। अधिक जनसंख्या वाले कुछ नगरों में, जैसे कि डेन्यूब के मैदान के कुछ भागों में स्थित कृषि ग्राम हैं, अपेक्षाकृत अल्पविकसित प्रादेशिक कार्य मिलते हैं। अतः, नगरीय भूगोलवेत्ताओं ने नगर की केन्द्रीयता को नापने के लिए उसकी जनसंख्या के आकार को नापने के अतिरिक्त और भी बहुत से तरीके निकाले हैं। क्रिस्टालर ने टेलीफ़ोन सेवाओं पर आधारित केन्द्रीयता का सूचक बनाया है जैसा कि निम्नलिखित है :

$$C = t - \left(\frac{p\,T}{P}\right)$$

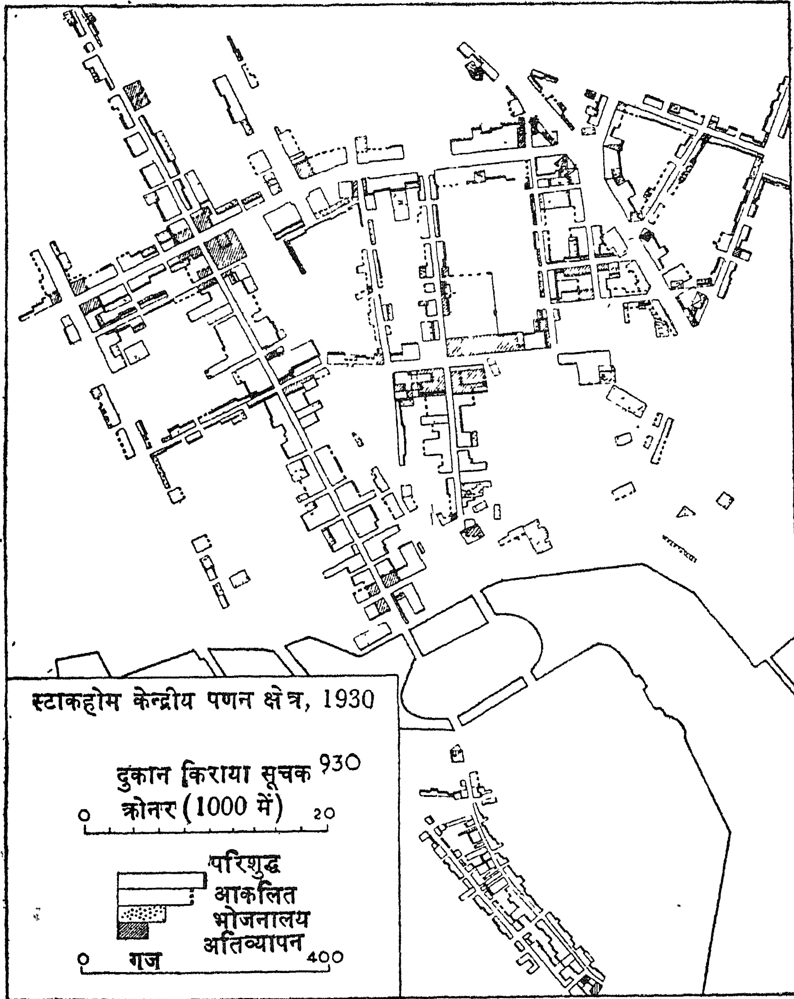
जब कि C=केन्द्रीयता का सूचक, t=एक नगर में टेलीफ़ोन की संख्या, p=नगर की जनसंख्या, T=पूरे प्रदेश में टेलीफ़ोन की संख्या, P=पूरे प्रदेश की जनसंख्या।

अतः, जिस नगर में टेलीफ़ोन का घनत्व पूरे प्रदेश के घनत्व के बराबर हो, उसका सूचक इकाई के बराबर होगा। इकाई तथा उससे बड़े सूचकों को समानुपातिक प्रतीकों के द्वारा प्रादेशिक केन्द्रों के रूप में आलेखित किया जा सकता है। ई० नीफ़ ने हाल में इस विधि की इन आधारों पर आलोचना की है कि टेलीफ़ोन के अनुपात केवल कुछ ही प्रादेशिक कार्यों को दिखलाते हैं और यह कि क्रिस्टालर ने अपनी संकल्पना में प्रदेशों में पाये जाने वाले महत्वपूर्ण भौगोलिक भेदों पर विचार नहीं किया है।[1]

क्रिस्टालर के कार्य को ए० लोश ने आगे बढ़ाया है, जिनके बाज़ार क्षेत्र, बाज़ार के जालों और जाल प्रणालियों की सैद्धान्तिक संकल्पनाओं ने केन्द्रीय स्थानों के सिद्धान्त में एक नई विमा जोड़ दी है।[2] अमरीकी भूगोलवेत्ताओं ने इस कार्य का अमरीका की बस्तियों के

1. E. Neef, 'Das Problem der Zentralen Orte,' *Petermann's Geographische Mitteilungen*, अंक 94 (गोथा, 1950)।
2. A. Losch, *The Economics of Location*, W. H. Woglom *et al*. द्वारा अनूदित (न्यू हेवेन, 1954)। W. Isard, *Location and Space Economy* (न्यू यार्क, 1956) भी देखिए।

विशेष प्रसंग में प्रयोग किया है।[1] संयुक्त राज्य के कुछ भागों में बस्तियों के सोपान में उनके



चित्र 204—दुकान किराया सूचक प्रतीक

W. William Olssen *et al.*, 'Stockholm,' *Geographical Review*, अंक 30, पृ० 246 (न्यू यार्क, 1940) पर आधारित।

1. संदर्भ ग्रंथ सूची का एक अत्यन्त उपयोगी संदर्भ B. J. L. Barry तथा A. Pred, *Central Place Studies : A Bibliography of Theory and Applications* (फ़िलाडेल्फ़िया, रीजनल साइंस रिसर्च इंस्टीट्यूट, 1961) में मिलता है।

स्थान के अनुसार वितरण के कुछ रोचक मानचित्र संग्रह किये गये हैं।[1] ये प्रतीकी आधार पर बने हैं। जे० ई० ब्रुश सेवा क्षेत्र भी दिखलाते हैं। ए० के० फ़िलब्रिक की नगरों की सात श्रेणियों (orders) की प्रणाली, कार्य सम्बन्धी वर्गीकरण का एक उपयोगी आधार प्रस्तुत करती है (नीचे देखिये)।

इमारतों की प्रकृति—किसी नगर की जनसंख्या को प्रकृति तथा आकार कैसे भी हों, उसकी इमारतें नगरीय सोपान में उसके स्थान का एक संकेत दे सकती हैं। उदाहरण के लिए किसी नगर में बैंकों की संख्या अन्य नगर की तुलना में उसके प्रादेशिक महत्व का किसी हद तक एक माप है। विशिष्ट फुटकर भंडार, विभागीय भंडार, समाचार पत्र, अस्पताल या विश्वविद्यालय की उपस्थिति अथवा अनुपस्थिति, अन्य विचारणीय लक्षण हैं (चित्र 208)। उदाहरण के लिए, ए० ई० स्मेल्स के अनुसार बृहत नगरों में कुछ सरकारी विभाग, एक श्रेष्ठि-चत्वर तथा बैंक ऑफ़ इंगलैण्ड की एक मुख्य शाखा होनी चाहिए; उसमें एक दैनिक प्रातःकालीन समाचार पत्र, एक विश्वविद्यालय, या विश्वविद्यालयीन कालेज तथा एक मेडिकल स्कूल होने चाहिए। मुख्य नगरों में तीन या चार बैंक या एक व्याकरण विद्यालय (चित्र 205) एक सिनेमा, एक अस्पताल, एक साप्ताहिक समाचार पत्र सम्मिलित होने चाहिए। उप-नगरों में इन सेवाओं में से एक या दो कम होती हैं, और नगरीय ग्रामों में दो या तीन कम होती हैं।[2]

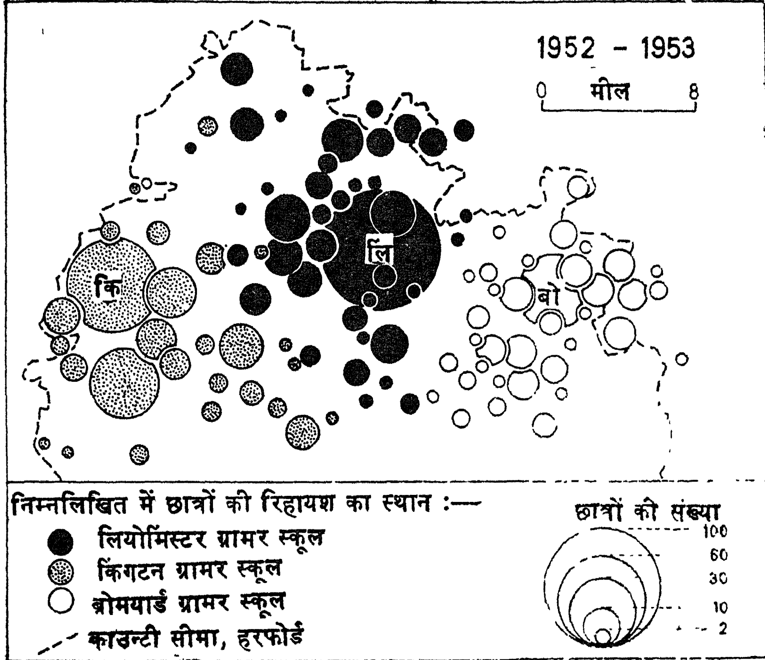
नगरों का कार्यसम्बन्धी वर्गीकरण—नगरों का उनके बृहत् कार्यों के अनुसार वितरण दिखलाने के लिए प्रतीक प्रयोग किये जा सकते हैं (चित्र 206)। इन्हें अनेक तरीकों से निर्धारित किया जा सकता है। कार्य प्रकार को निर्धारित करने में नगरीय जनसंख्याओं का व्यावसायिक तथा औद्योगिक संरचना का विश्लेषण प्रमुख उपयोगी विधि होती है। इस प्रकार से कार्यों के विश्लेषण का अध्याय 5 में पहले ही उल्लेख किया जा चुका है (पृ० 301-2)। यहाँ पर इस बात पर बल देना होगा कि कार्य के स्थान पर आधारित जनसंख्या के विस्तृत आँकड़ों की कमी व्यावसायिक संरचना के विश्लेषण में उपस्थित कठिनाइयों में से एक होती है।

नगरों के मुख्य प्रकारों में वस्तु निर्माण के केन्द्र, फुटकर व्यापार के केन्द्र, थोक व्यापार के केन्द्र, यातायात के केन्द्र, खनन केन्द्र, स्वास्थ्य सैरगाह, मनोरंजन तथा निवास के

---

1. दो रोचक उदाहरण ये हैं: (1) J. E, Brush, 'The Hierarchy of Central Places in South-western Wisconsin,' *Geographical Review*, अंक 43, पृ० 380-402 (न्यू यार्क, 1953); तथा (2) A. K. Philbrick, 'Principles of Areal Functional Organization in Regional Human Geography, *Economic Geography*, अंक 33, पृ० 299-336 (वॉरसेस्टर, मैसा०, 1957)।
2. एक व्यापक वर्गीकरण के ब्यौरे के लिए, A. E. Smailes, 'The Urban Hierarchy of England and Wales,' *Geography*, अंक 24, पृ० 45-51 (लन्दन, 1944) देखिए।

केन्द्र, शैक्षणिक केन्द्र तथा प्रशासनिक केन्द्र, तथा विविध कार्यों वाले बड़े नगर होते हैं। वास्तव में सभी नगर विभिन्न समानुपातों में विविध कार्य करते हैं। यह आवश्यक नहीं है कि नगर का मुख्य कार्य वह हो, जिसमें उसकी जनसंख्या का सब से बड़ा भाग लगा हुआ है। किन्तु यह वह है जिसमें उसकी जनसंख्या का असाधारण रूप से बड़ा समानुपात कार्य करता है (चित्र 172)। इस प्रकार से नगरों का वर्गीकरण करने से ऊपर दिये गये इंग्लैण्ड तथा वेल्स के औसत एक उपयोगी व्यावहारिक आधार प्रस्तुत करते हैं।



चित्र 205—उत्तरी हरफ़ोर्ड शायर में व्याकरण विद्यालयों के सहायक क्षेत्र, समानुपातिक प्रतीकों के द्वारा

सी० डी० रीड के 1954 के एक अप्रकाशित मानचित्र पर आधारित, जो कि किंगस्टन, लियोमिन्सटर तथा ब्रॉमयार्ड के परिनगरों को समझाने वाली श्रेणी का एक अंश था।

व्यावसायिक आँकड़ों की सहायता से नगरों तथा शहरों का कार्य के अनुसार वर्गीकरण करने की और विस्तृत जानकारी प्राप्त करने के लिए सी० डी० हैरिस के कार्य का सन्दर्भ दिया जा सकता है।[1]

---

1. C. D. Harris, 'A Functional classification of Cities in the United States', *Geographical Review*, अंक 33, पृ० 86-99 (न्यू यार्क, 1943)।

इंग्लैण्ड तथा वेल्स : औद्योगिक संरचना

उद्योग	कार्य में लगी श्रमशक्ति का प्रतिशत।
वस्तु निर्माण	34·5
हर प्रकार की सेवा (servicing)	34.5
वित्तीय सेवाएँ	2
परिवहन तथा संचार	7
प्रशासन तथा सुरक्षा	8
खनन	7
मत्स्योद्योग तथा कृषि	7

नगरों का सामाजिक एवं आर्थिक वर्गीकरण

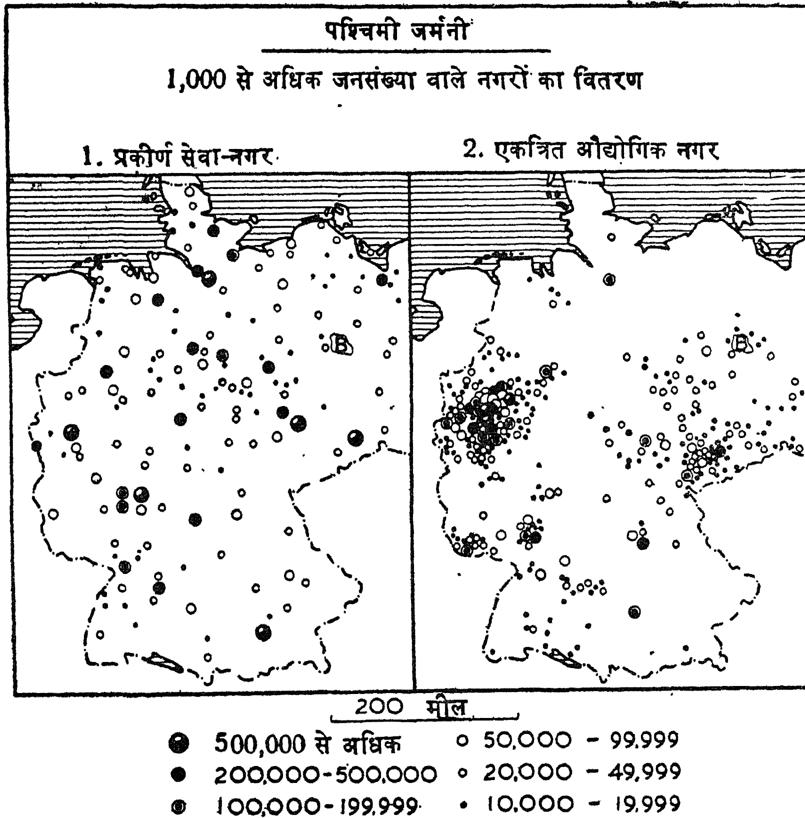
नियोजन के कार्य के लिए अक्सर यह आवश्यक होता है कि नगरों के बृहत् कार्यों के लक्षणों के विषय में ही नहीं, बल्कि उनकी सामाजिक तथा जनसांख्यिकीय विशेषताओं के विषय में यथासंभव अधिकाधिक तुलनात्मक सूचना उपलब्ध हो। सी० ए० मोज़र तथा वुल्फ़ स्कॉट के कार्य को उदाहरण स्वरूप बतलाया जा सकता है।[1] इनका वर्गीकरण मुख्यत: जनगणना विवरणियों में उपलब्ध आँकड़ों पर आधारित था। 157 नगरों के विषय में विविध आँकड़ों का सह-सम्बन्ध गुणांक ज्ञात करने के बाद इन्होंने घटक विश्लेषण के द्वारा इन आँकड़ों को चार घटकों में वर्गीकृत किया है : (1) सामाजिक समूह भेद; (2) अन्तर्जनगणनीय जनसंख्या परिवर्तन भेद; (3) उत्तर-1951 विकास भेद, तथा (4) गृह भेद। द्विक सारणीयन से यह सुझाव मिला कि अन्तिम वर्गीकरण में 14 समूह और दो नगर अवर्गीकृत रह गये (अ० सं० 55 भी देखिये)।

नगरों तथा शहरों के विभिन्न वर्गीकृत प्रकारों को दिखलाने के लिए चितकबरे प्रतीकों का प्रयोग किया जा सकता है। कार्य सम्बन्धी प्रतीकों का एक भिन्न रूप हो सकता है, क्योंकि वे रूढ़ नगर प्रतीकों से कुछ भिन्न बातों को दर्शाते हैं। इस कारण से तारे तथा त्रिभुज, छोटे बिन्दुओं तथा वर्गों से अधिक प्रभावशील होते हैं, किन्तु समानुपातिक प्रतीक भी उपयोगी होते हैं। उदाहरण के लिए डब्लू० विलियम ऑलसन ने अपने **योरप के आर्थिक मानचित्र** में नगरों के आकार तथा मुख्य आर्थिक कार्यों को दिखलाने के लिए 'गोलीय' प्रतीकों का उपयोग किया है।[2] डब्ल्यू० आर० सिडाल ने भी कार्य के

---

1. C. A. Moser तथा Wolf Scott, *British Towns, a statistial study of their social and economic differences* (लन्दन, 1961)।
2. W. William-Olsson, *Economic Map of Europe,* 1 : 3,250,000 स्टाकहोम, 1953)।

माप तथा वर्गीकरण को एक उत्तम तरीके से दिखलाने के लिए अवभेदित समानुपातिक प्रतीकों का उपयोग किया है।[1]



चित्र 206—कार्य सम्बन्धी नगर प्रतीक

H. Bobek, 'Uber einige functionelle Stadttypen und ihre Beziehungen zum Lande', *Comptes Rendus Congerés de Gèographie, Amsterdam*, 1938, अंक 2, खण्ड 3 ए, पृ० 102 (लीडेन, 1938) पर आधारित।

बर्लिन को प्रत्येक मानचित्र पर B अक्षर से बतलाया गया है। ये मानचित्र सेवा-नगरों के प्रकीर्णन तथा औद्योगिक नगरों के एकत्रित होने को ही नहीं स्पष्ट करते हैं, बल्कि यह भी दिखलाते हैं कि औद्योगिक नगरों का सोपान उतना सुविकसित नहीं है जितना कि सेवा-नगरों का है। उदाहरण के लिए बड़े औद्योगिक नगर, अर्थात् जिनकी जनसंख्या पाँच लाख से अधिक हो, कदाचित ही हैं।

1. W. R. Siddall, 'Wholesale-Retail Trade Ratios as Indices of Urban Centrality', *Economic Geography*, अंक 37, पृ० 124-32 (वॉरसेस्टर, मैसा०, 1961)।

बस्ती के स्वरूप—बस्ती का स्वरूप सदैव तो नहीं किन्तु अवसर उसकी उत्पत्ति की साक्ष्य सदैव प्रस्तुत करता है, और साथ ही उसका कुछ संकेत देता है कि उसकी स्थापना के समय से उसके कार्य तथा प्रकृति में क्या परिवर्तन हुए है। यदि मानचित्र की मापनी वास्तविक सड़क-प्लान तथा इमारती प्रतिरूपों को दिखलाने के लिए पर्याप्त न हो तो प्रतीकों का प्रभावपूर्ण उपयोग किया जा सकता है। बस्ती के स्वरूपों का जो वर्गीकरण अपनाना हो वह रूढ़ प्रकारों पर, जैसे सड़क-ग्राम, हरित-ग्राम, बैस्टाइड (bastides), शतरंजी नगर तथा सकेन्द्रीय नगर है, आधारित किया जा सकता है। विशेष कार्यों के लिए और भी विस्तृत वर्गीकरणों का उपयोग हो सकता है, जैसा कि एम० आर० जी० कॉज़ेन ने उत्तर-पूर्वी इंगलैण्ड में बस्ती के स्वरूपों के अपने चित्रण मे किया है।[1]

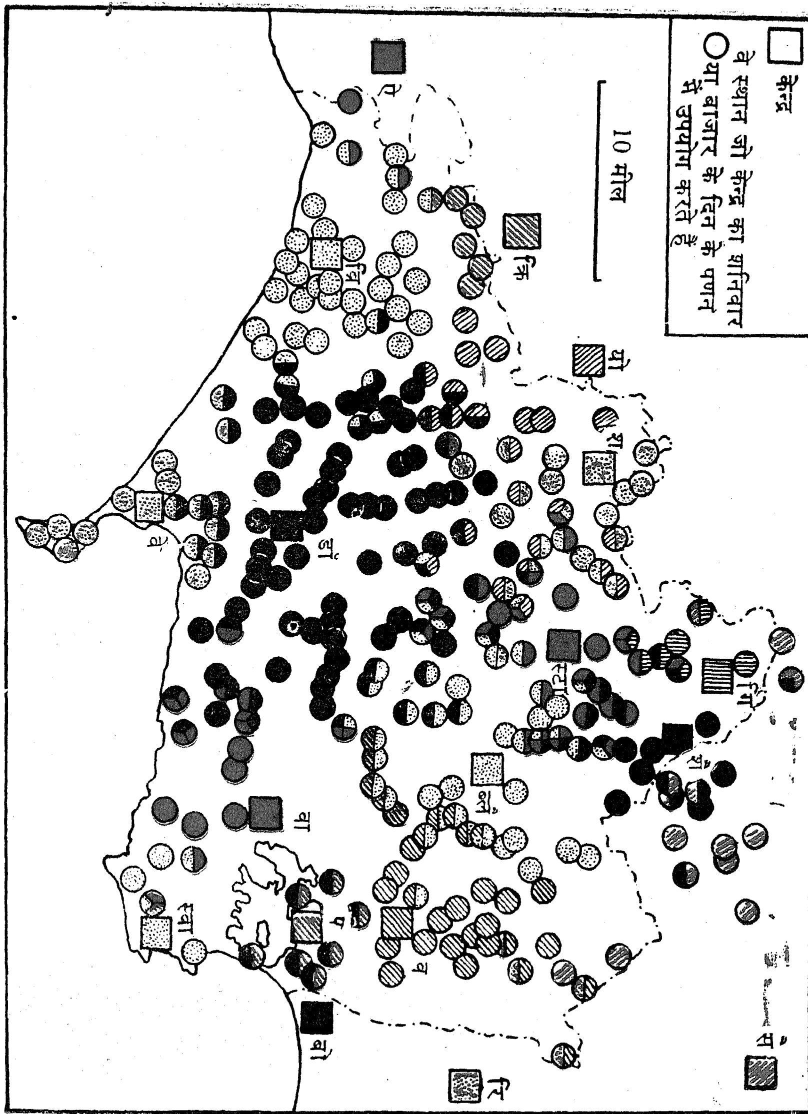
स्थल—बस्ती के स्थलों के भिन्न प्रकारों के वितरण का मानचित्रण प्रतीकों के द्वारा अत्यन्त सरलता से कुशलता पूर्वक किया जा सकता है। ऐसे स्थल जो पहाड़ी शिखरों, द्वीपों तथा विसर्पणों की सुरक्षा की संभावनाओं का उपयोग कर सकते हैं, जो आर्द्र अथवा शुष्क स्थानों पर होते हैं, तथा ऐसे स्थल जो नदी पार करने के स्थानों या मार्गों के अभिसरण की व्यापारिक संभावनाओं का शोषण करते हैं, सब संभव प्रकारों के केवल कुछ ही उदाहरण हैं। एस० एच० बीवर, नार्थैम्पटनशायर में पहाड़ी शिखर, घाटी-तली तथा सोतों की रेखा वाले ग्रामों का वितरण दिखलाने में प्रतीकों का उपयोग करते हैं।[2]

स्थापना की तिथि—नगरों की स्थापना की तिथियों को आलेखित करने से सीमांत (frontier) भूमि में बस्ती तथा आर्थिक व्यवस्था के प्रसार की उपयोगी साक्ष्य मिल सकती हैं। आर० ई० डिकिंसन ने ऐसा एक मानचित्र संग्रह किया है।[3]

नगरों के प्रभाव का क्षेत्र—नगरों के प्रभाव क्षेत्र के कुछ पहलुओं को प्रतीकों के द्वारा प्रभावपूर्णता से चित्रित किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, निकटवर्ती नगरों में दैनिक श्रमिकों के स्रोतों का वितरण दिखलाने के लिए चितकबरे प्रतीकों का उपयोग किया जा सकता है। विभिन्न प्रादेशिक केन्द्रों से ग्रामों की बंधुताओं को, जैसा कि पणन स्वभावों से, समाचार पत्र परिसंचारण से, उच्च शिक्षण संस्थाओं तथा अस्पतालों जैसी विशेष सेवाओं के प्रावधान से प्रकट होता है, प्रतीकों के द्वारा दिखलाया जा सकता है (चित्र 207)। परिनगरों के रेखीय सीमांकन की अपेक्षा प्रतीकी विधि में कुछ अच्छाइयाँ हैं, क्योंकि यह विभिन्न प्रादेशिक केन्द्रों द्वारा प्रस्तुत सेवाओं के अतिव्यापन तथा विशिष्टी-

---

1. M. R. G. Conzen, 'Modern Settlement, '*Scientific Survey of North-Eastern England*, British Association for the Advancement of Science (न्यू कैसिल, 1949)।
2. S. H. Beaver, *The Land of Britain*, भाग 58 (लन्दन, 1943)।
3. R. E. Dickinson, 'The Development and Distribution of the Medieval German Town,' *Geography*, अंक 27; पृ० 49 (लन्दन, 1942)।



चित्र 207—प्रतीकों के द्वारा पणन बंधुताएँ

ए० ई० स्मेल्स के द्वारा ज्याग्रैफिकल एसोसिएशन की नगरीय प्रभाव क्षेत्र समिति के अध्यक्ष की हैसियत से संग्रहित एक पाण्डुलिपि मानचित्र पर आधारित। यह मानचित्र पणन केन्द्रों (shopping centres) के रूप में डॉरसेट के विभिन्न नगरों के कार्य का एक माप प्रस्तुत करता है।

मानचित्र के लिए आँकड़ों को डॉरसेट के विद्यालयों में परिसंचारित एक प्रश्नावली से प्राप्त किया गया था। मानचित्र में नगर केन्द्रों के सन्दर्भ इस प्रकार हैं: **ऐ.** ऐक्समिंस्टर; **ब्लै.** ब्लैण्डफोर्ड; **बो.** बोर्नमाउथ; **ब्रि.** ब्रिजपोर्ट; **क्रि.** क्रिउकर्न; **डॉ.** डॉरचेस्टर; **गि.** गिलिंघम; **रि.** रिंगवुड; **सै.** सैलिसबरी; **शै.** शैफ्टस्बरी; **श.** शरबोर्न; **स्टा.** स्टालब्रिज; **स्वा.** स्वानेज; **वेय.** वेयर हैम; **वे.** वेमाउथ; **यो.** योविल।

करण, दोनों को प्रतिबिंबित करती है।[1] परिनगरों के विश्लेषण में समानुपातिक प्रतीकों का भी स्थान है और विभिन्न केन्द्रों के प्रादेशिक कार्यों की तुलना का मात्रात्मक आधार प्रस्तुत करने में वे विशेष उपयोगी हैं (चित्र 205, 208)।

स्थानीय-नाम तत्व—बस्ती के विकासीय (evolutionary) अध्ययन में प्रतीकों के द्वारा स्थानीय नाम तत्वों का आलेखन बहुत सहायक होता है। इंग्लिश प्लेस-नेम सोसाइटी और उसके काउन्टी अंकों की श्रेणी का उल्लेख पहिले ही किया जा चुका है (देखिये पृ० 374) जिनका उपयोग कुछ प्राचीन स्थानीय नाम तत्वों के वितरण के आलेखन में हो सकता है।[2] उदाहरण के लिए केल्टिक, ऐंग्लो-सैक्सन तथा स्कैन्डीनेवियन तत्वों को चित्र 209 में आलेखित किया गया है। कुछ स्थानीय नामों की अवस्थिति ज्ञात करने के लिए एक-इंच या 1 : 25,000 के स्थलाकृतिक मानचित्रों को देखना चाहिए। यह ध्यान रखना चाहिए कि प्राचीन बसाव को पुनर्निर्मित करने के लिए हर प्रकार के स्थानीय-नाम को आलेखित करना आवश्यक नहीं है। मोटे तौर पर वितरण बतलाने के लिए अक्सर एक या दो प्रकार पर्याप्त होते हैं, और सूक्ष्मतापूर्ण आलेखन इस वितरण पर केवल अधिक बल देता है। जिस मापनी पर वितरण मानचित्र बना हो उससे मिलती जुलती मापनी पर उच्चावचन, अपोढ भूविज्ञान, मिट्टियाँ, तथा अपवाह का मानचित्रण करने से भौगोलिक परिस्थितियों के प्रकाश में वितरण के प्रतिरूपों की व्याख्या में सुविधा उत्पन्न हो सकती है।

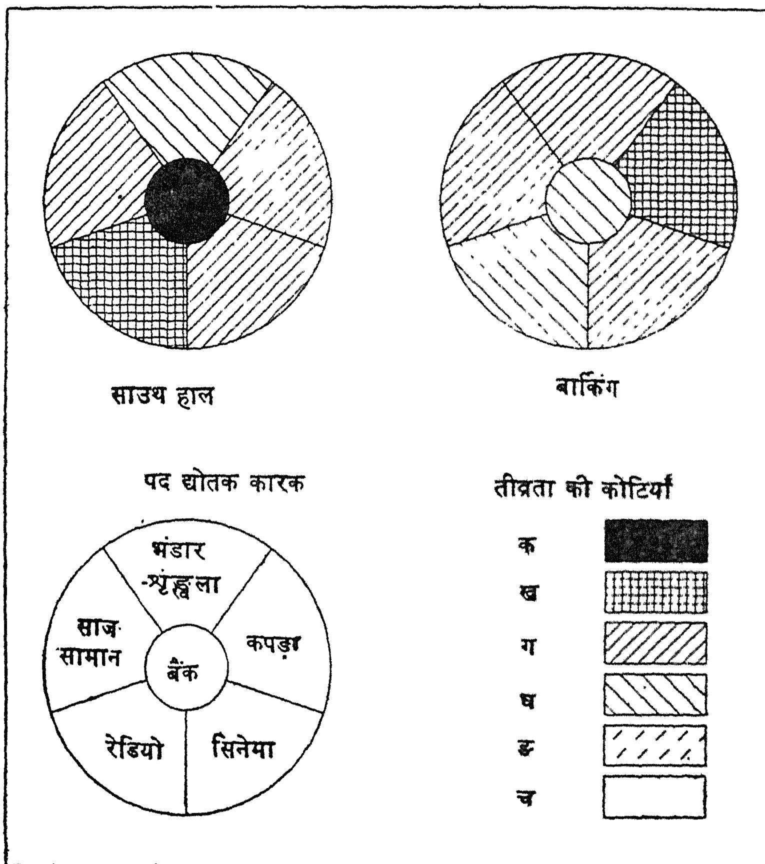
वर्णमात्री मानचित्र

बस्तियों का प्रकीर्णन तथा संकेन्द्रण

विस्तृत क्षेत्रों पर बसाव के अध्ययन में इमारती अनुरेखणों का उपयोग बोझिल हो जाता है, और केवल निरीक्षण के द्वारा बस्तियों के प्रकीर्णन का विश्लेषण अक्सर असंभव हो जाता है। बसाव प्रतिरूप के मात्रात्मक विश्लेषण का कोई साधन निकालना आवश्यक हो जाता है, और बसाव के विद्यार्थी इस कार्य के लिए सूत्रों को निकालने की समस्या में बहुत समय तक लगे रहे है। उदाहरण के लिए बसाव के प्रकीर्णन तथा सकेन्द्रण पर विचार करने के लिए कुछ चरों पर विचार करना आवश्यक है। इनमें (क) बस्तियों की संख्या; (ख) प्रत्येक बस्ती में मकानों की संख्या; (ग) प्रत्येक बस्ती की जनसंख्या; (घ) प्रत्येक बस्ती का सेवा क्षेत्रफल; तथा (ङ) बस्तियों की परस्पर दूरी सम्मिलित हैं। अभी तक ऐसा कोई सूत्र संतोषजनक तरीके से नहीं निकाला गया है जो इन सभी चरों को

1. रेखीय सीमांकन के साथ प्रतीकों के प्रभावशील उपयोग के अच्छे उदाहरण के लिए H. E. Bracey, *op. cit.* देखिए। ये प्रतीकी मानचित्रों की एक श्रेणी से पड़ोसी नगरों के प्रभाव क्षेत्रों के बीच 'माध्यक' (median) सीमाएं बना लेते हैं। A. E. Smailes, 'The Analysis and Delimitation of Urban Fields,' *Geography*, अंक 32, पृ० 151-61 (लन्दन, 1947) भी देखिए।
2. H. C. Darby (ed.) *An Historical Geography of England before 1800*, पृ० 112 (कैमब्रिज, 1936)।

ध्यान में रखता हो किन्तु कुछ ऐसे सूचक जिनमें दो या अधिक चर उलझे हों कुछ वितरण सम्बन्धी पहलुओं के मानचित्रण में प्रयोग किये जा सकते हैं।



चित्र 208—सेवा केन्द्रों के पद को दिखलाने वाले प्रतीक

J. W. Carruthers, 'Service Centres in Greater London', *Town Planning Review*, अंक 33, (लिवरपूल, 1962) पर आधारित।

प्रत्येक केन्द्र में विभिन्न सेवाओं की तीव्रता को दिखलाने के लिए प्रतीकों का अवभेदन कर दिया गया है। उदाहरण के लिए, आठ से अधिक बैंकों को वर्ग क में तथा 1-3 को च में रखा जायेगा और इनके बीच में तीन माध्यमिक कोटियाँ होंगी। इसी प्रकार, 38 या अधिक वस्त्र भण्डारों को वर्ग क में रखा जायेगा, जबकि 6 या कम च में होंगे इत्यादि।

डिमेंजों का प्रकीर्णन का गुणांक—इसे निम्नलिखित सूत्र से ज्ञात करते हैं :

$$C = \frac{E \times N}{T}$$

जबकि E=écarts की जनसंख्या (कम्यून की जनसंख्या ऋण उसके मुख्य स्थान की जनसंख्या), N = écarts की संख्या — 1, T = कुल जनसंख्या।

यह परिकलन केवल इसलिए सम्भव हो जाता है कि फ्रांस की जनगणनाओं में प्रत्येक कम्यून की जनसंख्या की विवरणियों में दो योग दिये जाते हैं—एक कम्यून के मुख्य स्थान के लिए और एक écarts या एकाकी बस्तियों के लिए। फ्रांस की राष्ट्रीय एटलस में, फ्रांस में बस्तियों के प्रकीर्णन के मानचित्र में इस सूत्र को अत्युत्तम परिणाम के साथ प्रयोग किया गया है (*op. cit.*)।

प्रकीर्णन का सरल सूचक—दुर्भाग्यवश, ब्रिटिश जनगणना विवरणियों में मुख्य स्थानों तथा एकाकी बस्तियों के बीच कोई अवभेदन नहीं होता, किन्तु निम्नलिखित सूत्र से बसाव के प्रकीर्णन का कुछ विचार निगमन हो सकता है :

$$I = \frac{S}{H}$$

जब कि I प्रकीर्णन का सूचक है, S किसी पैरिश में बस्तियों की संख्या है और H मकानों की संख्या है।

कोई मकान जो किसी अन्य मकान से चौथाई मील दूर स्थित होता है उसे सुविधा के लिए एकाकी माना जाता है।

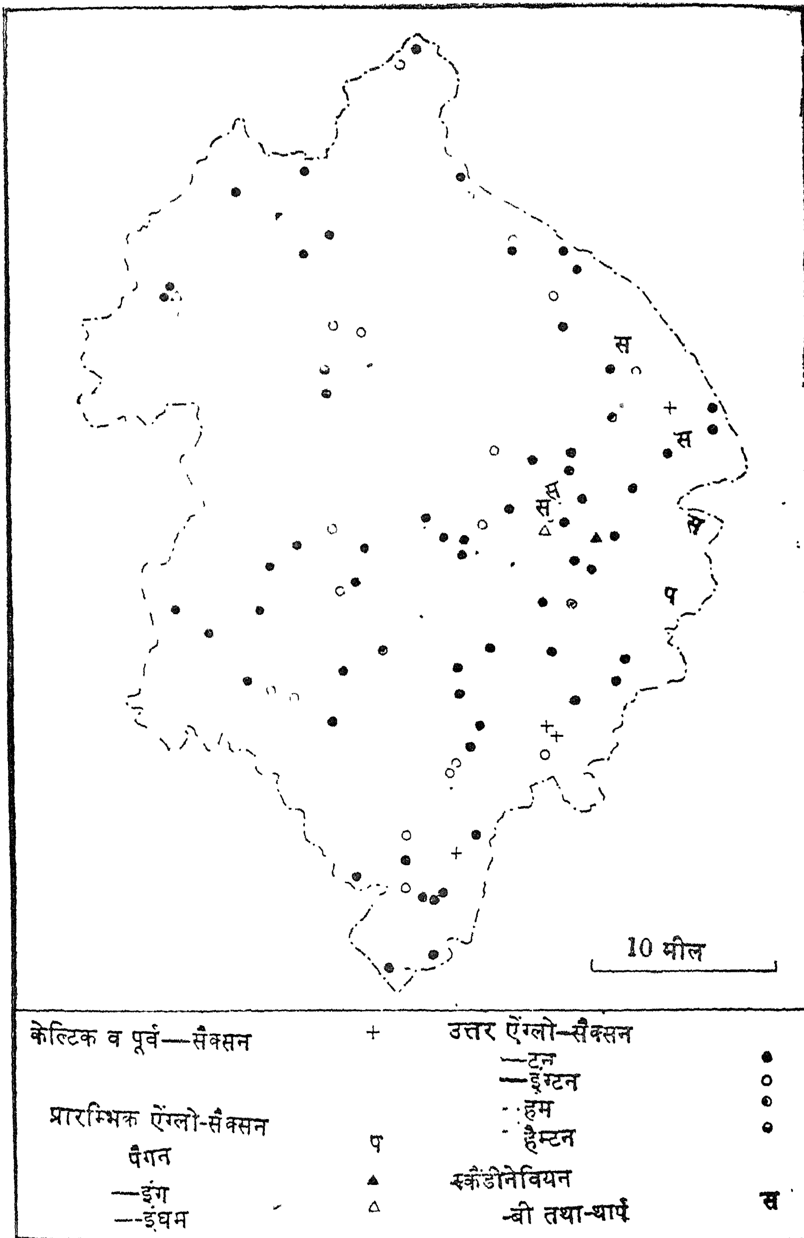
बर्नहार्ड का संकेन्द्रण का सूचक—जे० बर्नहार्ड का सूत्र, जिसमें कि मकानों की संख्या, विचाराधीन क्षेत्र तथा बस्तियों की संख्या पर ध्यान दिया जाता है, कुछ अधिक विस्तृत है, और सभी प्रदेशों में समानता से प्रयोग के लिए नहीं है।

बर्नहार्ड का तर्क है कि बस्तियों का संकेन्द्रण प्रत्येक बस्ती में मकानों की संख्या का एक फलन $\frac{H}{S}$ है और एक दिये हुए क्षेत्र में बस्तियों की संख्या का फलन $\frac{A}{S}$ है।[1] दोनों फलनों पर विचार करके उन्होंने निम्नलिखित सूत्र प्राप्त किया है :

$$C = \left(\frac{H}{S}\right)\left(\frac{A}{S}\right) = \frac{HA}{S^2}$$

पॉलोस्की के संकेन्द्रण के सूचक—एस० पॉलोस्की ने पोलैण्ड में बस्तियों के संकेन्द्रण के अध्ययन[2] में निम्नलिखित सूत्र का उपयोग किया है जो बस्तियों के ऐसे अनुरेखणों से निकाला गया था जिनमें 25 किलोमीटर वर्गों के ग्रिड का एक जाल बनाया गया था :

1. Jean Bernhard, 'Une formule pour la cartographie de l' habitat rural avec application au départment de l' Yonne', *Comtes Rendus du Congrès International de Geographie, Paris,* 1931, अंक 3, पृ० 108-17 (पेरिस, 1934)।
2. S. Pawlowski, 'Encore une Méthod de Représentation Cartographique Général de l' Habital Rural', *Comptes Rendus du Congrès International de Géographie, Amsterdam,* 1938, अंक 2, खण्ड A, पृ० 129-30 (Leiden, 1938)।



चित्र 209—स्थानीय-नाम प्रतीक

आँकड़ों का स्रोत : J. E. B. Grover *et al*, 'The Place-Names of Warwicleshire,' *English Placo Name Society*, अंक 13 (कैम्ब्रिज, 1936)।

यह मानचित्र वारविकशायर में कुछ स्थानीय--नामों का वितरण दिखलाता है, जिसका उद्देश्य उस काउन्टी में प्रारंभिक बसाव के प्रतिरूप का संकेत करना है।

संकेन्द्रण का माध्य मान $= \frac{As}{S} \cdots (1)$

जब कि As = बस्तियों के अन्तर्गत (occupied) क्षेत्र कि॰ मी॰^{2} में तथा S = बस्तियों की संख्या ।

यह मान 0 तथा 1 के बीच में विचरण करेगा ।

संकेन्द्रण का गुणांक $= \frac{A}{As} \cdots\cdots (2)$

जब कि A = एक वर्ग का क्षेत्रफल (25 कि॰ मी॰^{2})

तथा As = बस्तियों के अन्तर्गत क्षेत्रफल ।

बस्तियों के अन्तर्गत क्षेत्रफल में बगीचों आदि का क्षेत्रफल सम्मिलित रहता है तथा वह ब्रिटिश लैण्ड यूटिलाइजेशन सर्वे के मानचित्रों पर लाल तथा बैंगनी रंगे हुए क्षेत्रों से तुलनीय होता है ।

कान्त का संकेन्द्रण का सूचक—एस्थोनिया में बस्तियों को चित्र द्वारा समझाने के लिए ई॰ कांत ने ग्रामीण बस्तियों के घनत्व को दिखलाने के लिए एक अत्यंत चतुरता पूर्ण सूत्र निकाला था (*op. cit.*) । यह अमात्रात्मक विन्दु प्रतीकों के द्वारा बस्तियों के वितरण को दिखलाने वाले मानचित्र से एक ऐसा मानचित्र बनाने के लिए डिज़ाइन किया गया था जिसमें बस्तियों के प्रकीर्णन तथा संकेन्द्रण को बस्तियों के बीच की दूरी के रूप मे अधिक परिशुद्धता से प्रतिबिंबित किया जाय । इसका सूत्र इस प्रकार है :

$$X = \frac{1}{M}\sqrt{\frac{A}{D}}$$

जब कि X दो बस्तियों के बीच का आपेक्षिक अन्तराल है, $\frac{1}{M}$ मानचित्र की मापनी है, A विचारधीन क्षेत्रफल के बराबर है तथा D बस्तियों का घनत्व है ।

निकट पड़ोस आँकड़ा (*Near Neighbourhood Statistic*)—यह एक सांकेतिक तरीके से प्राप्त मान है तथा निकट पड़ोस विश्लेषण पर आधारित है । यह बतलाता है कि किसी क्षेत्र की बस्तियाँ किस हद तक एकरूपता से या यादृच्छिक स्थिति में प्रकीर्ण या एकत्रित हैं ।[1]

बस्तियों के समूह—बस्तियों के आकार को तथा बस्तियों में या मकानों के समूहीकरण को निम्नलिखित समूहीकरण के गुणांक (C) को अपना कर बतलाया जा सकता है :

$$C = \frac{\text{पैरिश में निवासियों की संख्या}}{\text{पैरिश में बस्तियों की संख्या}}$$

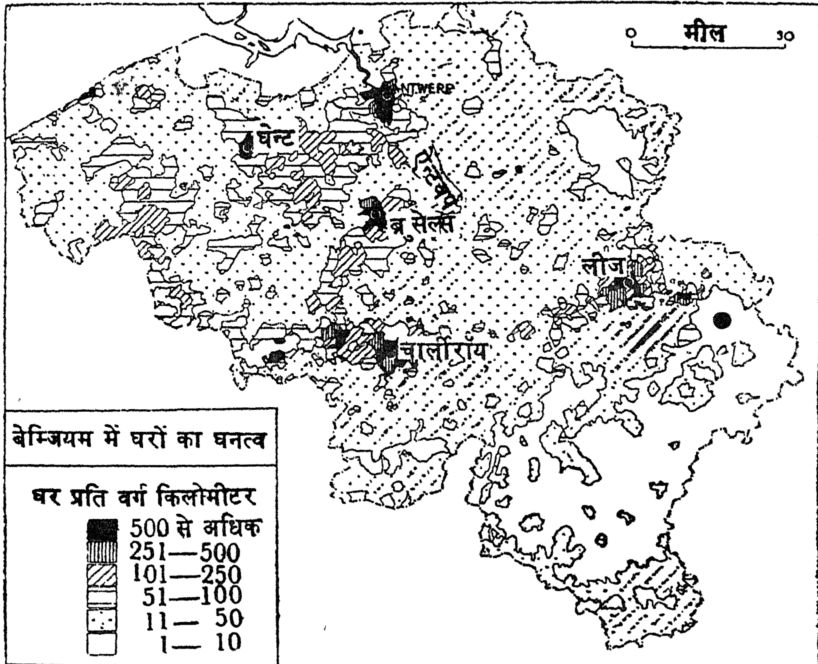
इस विषय में जनसख्या के योगों को जनगणना विवरणियों से लिया जाता है तथा किसी पैरिश में बस्तियों की संख्या को समकालीन स्थलाकृतिक मानचित्रों से गिनना पड़ता है । एक अन्य संभव गुणांक (C_1) निम्न प्रकार से है :

1. L. J. King, 'A Quantitative Expression of the Pattern of Urban Settlements in Selected Areas of the United States', *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, अंक 53, पृ॰ 1-7 (1962) ।

$$C_1 = \frac{\text{पेरिश में मकानों की संख्या}}{\text{पेरिश में बस्तियों की संख्या}}$$

मकानों की संख्या की सूचना भी जनगणना की विवरणियों से मिलती है।

गृहों का घनत्व---किसी क्षेत्र में मकानों के घनत्व को रूढ़ तरीके से मकानों की संखया प्रति इकाई क्षेत्रफल के अनुपात में व्यक्त करते हैं (चित्र 210)।



चित्र 210—गृह-घनत्व का एक वर्णमात्री मानचित्र

M. A. Lefèvre, 'Carte de Densités des Maisons en Belgique', *L' Habitat rural en Belgique* (Liège, 1926) पर आधारित।

तथापि, यह अनुपात सदा विश्वसनीय नहीं होता, क्योंकि अक्सर विस्तृत पार्क-भूमि (parkland) क्षेत्र, औद्योगिक स्थलों द्वारा ली गई भूमि, तथा कब्रिस्तानों (cemeteries) इत्यादि के सम्मिलित हो जाने से यह अमान्य हो जाता है। कुछ कार्यों के लिए **मकानों का तुलनात्मक घनत्व** उपयोगी होता है, जो कि मकानों की संख्या प्रति इकाई केवल निवास कार्य में लगी भूमि के अनुपात से व्यक्त किया जाता है।

निवास सम्बन्धी तथा सामाजिक संरचना

बड़े शहरों के वार्ड, इमारतों के खण्ड या 'क्षेत्र' की जनगणना विवरणियों से वे आँकड़े मिलते हैं जिनसे शहर की सामाजिक तथा निवास-सम्बन्धी संरचना का, मुख्यतः कुछ

सूचकों पर आधारित वर्णमात्री मानचित्रों के द्वारा, भौगोलिक विश्लेषण किया जा सकता है। चेक भूगोलवेत्ता, जे० मॉशेलीज़ ने यह दिखलाया है कि ऐसे विश्लेषण किस प्रकार किये जा सकते हैं।[1] नगर में लिंग-अनुपात के वितरण का तात्कालिक संकेत देने के लिए 25 वर्ष से ऊपर के पुरुषों का प्रतिशत, तथा निवास सम्बन्धी जायदाद की कोटियों को बतलाने के लिए घरेलू नौकरों की संख्या प्रति सौ मकान, सार्थक सूचक हैं। अन्य सूचकों में निवास सम्बन्धी जनसंख्या का उपकारी काम मे लगा प्रतिशत, तथा परिवारों की संख्या प्रति मकान आदि सम्मिलित हैं। यहाँ पर बेलफ़ास्ट पर एस० जोन्स के द्वारा किये गये कार्य का सन्दर्भ देना चाहिए, जिसमें शहर की सामाजिक संरचना को चित्र द्वारा समझाने के लिए अनेक मानचित्रों की युक्ति की गयी है (देखिये पृ० 321-2)।

सममान रेखा मानचित्र

बस्तियों के मानचित्रात्मक अध्ययन में सममान रेखाओं का बहुत विस्तृत प्रयोग नहीं होता। जहाँ कहीं सामान्यीकरण आवश्यक होता है, वहाँ पर इन्हें अधिकतर बस्तियों के वितरण सम्बन्धी पहलुओं को सरलीकृत करने के साधन के रूप में प्रयोग किया जाता है।[2] अतः जे० ए० बार्न्स तथा ए० एच० राबिन्सन ने ग्रामीण बस्तियों का प्रकीर्णन निकालने के लिए एक विशेष सूचक की युक्ति की थी जिसको सममान रेखाओं के अन्तर्वेशन में एक विन्दु-मान के रूप में उपयोग में लाया जा सकता है।[3] फ़ार्म-मकानों के बीच के प्रकीर्णन का, या बस्तियों के बीच के प्रकीर्णन का सब से अच्छा माप उनकी पारस्परिक दूरी है, किन्तु ऐसी दूरियों को नापने में बहुत श्रम की आवश्यकता होती है। बार्न्स तथा राबिन्सन ने यह दिखलाया है कि किसी प्रशासनिक इकाई में फ़ार्मों के बीच की औसत दूरी (D) लगभग निम्न प्रकार की होती है :

$$1{\cdot}11\sqrt{\frac{A}{n}}$$

जब कि A इकाई का क्षेत्रफल तथा n फ़ार्मों की संख्या है।

---

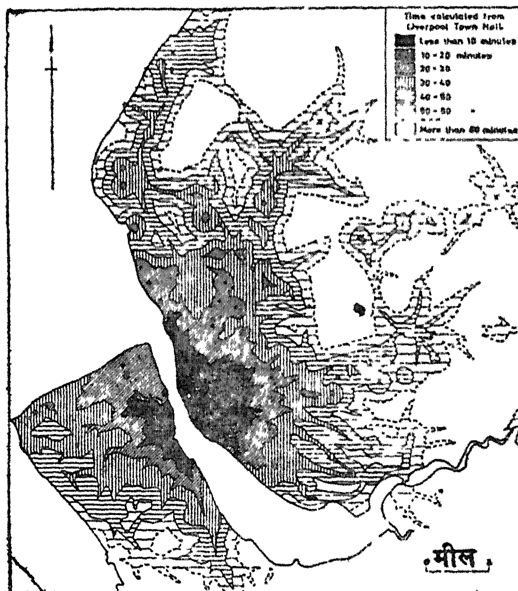
1. J. Moscheles, 'Prague', *Geographical Review*, अंक 27, पृ० 414-29 (न्यू यार्क, 1937)।
2. यू० एस० ए० में पल्लियों (hamlets) के वितरण के मानचित्र G.T. Trewartha *op. cit.* (1943) में देखिये। M. Jesman ने 'Gestość Zabudowania Województwa Wotynskiewgo' (Density of Buildings in Valkynia) *Prace Wykonane two Zakladzie Geograficznym Universytete Wilenskiego*, सं० 1 (विलनो, 1936) में वालकीनिया में इमारतों के घनत्व के सामान्य वितरण को दिखलाने के लिए (प्रत्येक कम्यून में अधिकतर सघन बसे भाग के अनुसार निर्धारित विन्दुओं से अन्तर्वेशित) सममान रेखाओं का उपयोग किया था।
3. J. A. Barnes तथा H Robinson, 'A New Method for the Representation of Dispersed Rural Settlement', *Geographical Review*, अंक 30 (न्यू० यार्क, 1940)।

D के मानों को इकाई के केन्द्र में आलेखित करते हैं और सममान रेखाओं को मील के दसवें भाग में, या मानचित्र की मापनी के उपयुक्त किसी अन्य दूरी पर अन्तर्वेशित करते हैं। (cf. कांत का सूत्र, पृ० 407)।

पोलिश भूगोलवेत्ता, जिन्होंने ग्रामीण बस्तियों की समस्याओं के विशिष्टीकरण में कुछ रुचि दिखलायी है, ग्रामीण बस्तियों के वितरण को दिखलाने के लिए अक्सर सममान रेखाओं को तथा वर्ण मात्री विधि को मिला देते हैं।[1]

समकालिक रेखाएँ

शहरों के प्रभाव क्षेत्र के सीमांकन में यह जानना वांछनीय है कि शहर तथा देहात के बीच यात्रा में कितना समय लगता है। अनेक स्थानों के लिए समय ज्ञात किये जा सकते हैं और एक घन्टे या किसी अन्य अन्तराल पर सममान रेखाएँ अन्तर्वेशित की जा सकती हैं



चित्र 211—केन्द्रीय लिवर पूल में कार्य-स्थान तक यात्रा का समकालिक रेखा (isochronic) मानचित्र, 1953

K. Rowe, 'The journey to work on Merseyside, *Advancement of Science*, अंक 10 (लन्दन, 1953-4) पर आधारित।

इस मानचित्र के लिए आँकड़ों को एक्सप्रेस सेवाओं के सिवाय अन्य सभी लोक परिवहन से लिया गया था और पैदल चलने के अन्तरालों का पूरा ध्यान रखा गया था।

1 M. Zdobnicka, 'Metoda izarytmiczna two grafice statystycznej', *Pokfosie Geograficzne* वारसा, 1925)।

(चित्र 211)। जिन स्थानों से शहर के केन्द्र तक समान यात्रा समय लगता है उन सब को मिलाने वाली सममान रेखाओं को कभी कभी समकालिक रेखाएँ कहते हैं (पृ० 260 भी देखिये)।[1] स्पष्ट है कि समय मानों पर आधारित विविध सममान रेखाओं को सम्मिलित करने के लिए इस नाम को अधिक व्यापक बनाना सम्भव है (देखिये पृ० 342)।

समतिथि रेखा (Isostades)

सीमांत क्षेत्रों में संगठित बसाव के प्रसार को दिखलाने के लिए सममान रेखा विधि का भी उपयोग किया जा सकता है। विभिन्न नगरों की स्थापना की तिथियों को आलेखित कर दिया जाता है तथा सार्थक तिथियों की सममान रेखाओं का अन्तर्वेशन कर देते हैं। इन्हें समतिथि रेखा कहा गया है।[2]

स्तंभी आरेख तथा विभाजित आयत

इस स्वयं सिद्धि से प्रारम्भ करते हुए कि "नगरीय बस्ती के गुणात्मक विश्लेषण का वैज्ञानिक महत्व तभी है जब वह मात्रात्मक सांख्यिकीय आधार पर टिका हो,"[3] कु० बी० एम० स्वेन्सन ने सोमरसेट में ग्रामीण बसाव के प्रकीर्णन तथा एकत्रीकरण का स्तम्भी आरेखों की सहायता से आरेखन किया था और ये आरेख अभी तक मुख्यत: ऐसे विश्लेषणों के सम्बन्ध में ही काम में लाये गये हैं। किन्तु ये विभिन्न बस्तियों की जनसंख्या रचना के तुलनात्मक अध्ययन में तथा नगरीय एवं ग्रामीण जनसंख्या की विभेदी वृद्धि के अध्ययन में भी उपयोगी हैं।

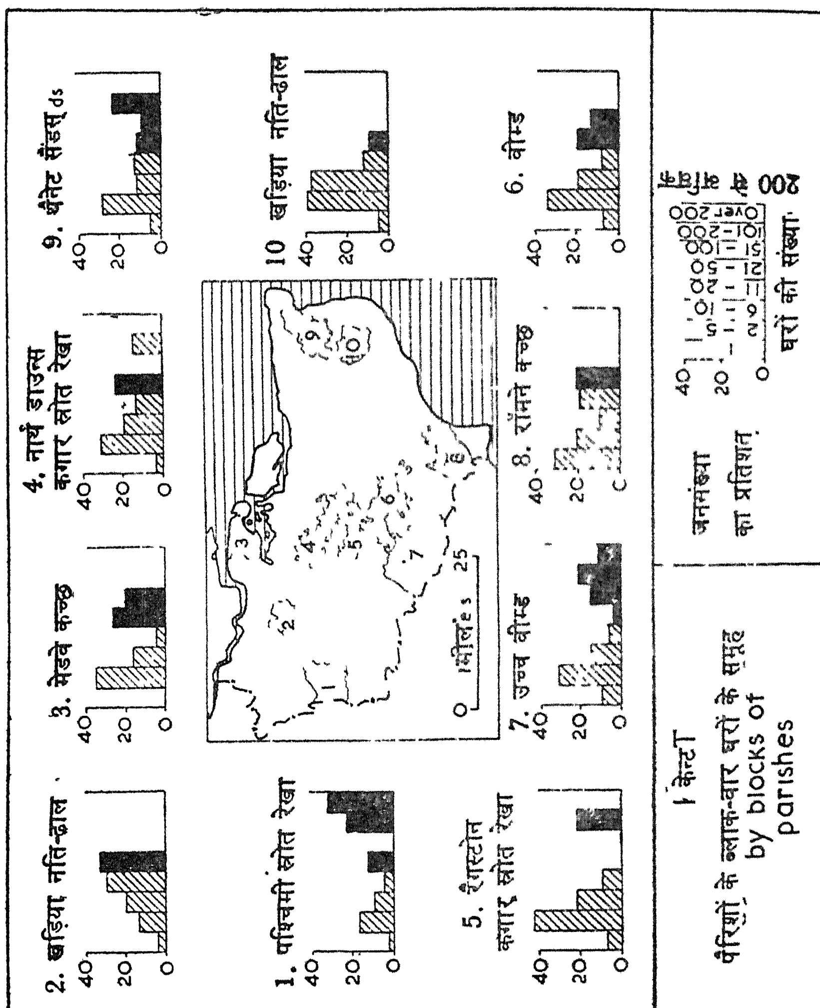
जनसंख्या तथा मकान-समूह

कु० स्वेन्सन ने सोमरसेट के विभिन्न भागों में ग्रामीण पैरिश के विपर्यासी खण्डों के विषय में मकानों के समूहों की एक श्रेणी को दिखलाने के लिए आठ स्तम्भों की एक प्रणाली की युक्ति की थी। स्तम्भों की ऊँचाइयों को पैरिशों के प्रत्येक खण्ड की कुल जनसंख्या के प्रतिशत के समानुपातिक बनाया गया था। इस विधि को चित्र 212 में

1. उदाहरण के लिए *Environment and Population Problems in Estonia* (टारटू, 1934) में E. Kant का 'Urban Hinterlands in Estonia with Poliocentric Isochrones' शीर्षक का मानचित्र देखिये।
2. G. Conzen, 'East Prussia', *Geography*, अंक 30, पृ० 1-10 (लन्दन, 1945)। J. R. Borchert, 'The Twin Cities Urbanized Area: Past, Present and Future', *Geographical Review*, अंक 51, पृ० 62 के सम्मुख फ़ोल्डर मानचित्र (folder-map) (न्यू यार्क, 1961) देखिये। तीन मानचित्रों में 1900, 1940, 1956 तथा (प्रक्षेपित) 1980 के उच्च, मध्यम तथा निम्न-घनत्व के बसाव के 'प्रगामी सीमान्त' (advancing frontier) की समतिथि रेखाएँ (isostades) दिखलायी गयी हैं।

दिखलाया गया है, जिसे केन्ट में बस्तियों के समूहों के लक्षणों को दिखलाने के लिए बनाया गया है।

पैरिश में मकानों की संख्या तथा जनसंख्या के आँकड़े जनगणना की विवरणियों से प्राप्त किये जा सकते हैं, किन्तु मकानों के समूहों को बड़ी मापनी के मानचित्रों पर प्रत्येक



चित्र 212—मकान-समूहों के स्तम्भी आरेख; आँकड़ों का स्रोत : (1) *Census of England and Wales*, 1841, इन्यूमरेशन ऐब्सट्रैक्ट (लन्दन, 1843); (2) एक-इंच श्रेणी, आर्डनेन्स सर्वे, प्रथम संस्करण के सम्बन्धित पत्रक।

तुलना की सुविधा के लिए स्तम्भों को छायाकृत कर दिया गया है : 21 मकानों से छोटे समूहों को विकर्ण छायाकरण दिया गया है तथा इस संख्या के ऊपर काला रंग किया गया है।

बस्ती में मकानों की संख्या गिन कर ही निश्चित किया जा सकता है। ऐसा करने में अक्सर कठिनाई होती है, क्योंकि मानचित्रों पर अलग-अलग मकानों को सदैव स्पष्टता से अलग-अलग नहीं दिखलाया जाता, और प्राय: ऐसा होता है कि मानचित्र पर गिने हुए मकानों की संख्या तथा जनगणना विवरणियों में दिये गये मकामों की संख्या में अन्तर मिलता है। अत: इन विभिन्नताओं को दूर करने के लिए कुछ स्थलीय अध्ययन आवश्यक होता है। 1951 और 1961 की जनगणनाएँ ऐसे आँकड़े प्रस्तुत करती हैं जिनसे ग्रामीण क्षेत्रों में मकानों के समूहों का विश्लेषण करना संभव हो जाता है, जिसका उपयोग केवल बस्ती प्रतिरूपों के अध्ययन में ही नहीं वरन् आधुनिक बस्तियों के वर्गीकरण में भी होता है।

मकान-समूह—जहाँ पर यह संभव नहीं है कि जनगणना विवरणियों के समकालीन मानचित्र उपलब्ध हो सकें वहाँ उपर्युक्त तरीके से मिलते जुलते स्तम्भी आरेख बनाये जा सकते हैं किन्तु इनमें स्तम्भों की ऊँचाई को एक विशेष समूह जितने बार मिलता है उस संख्या के समानुपातिक बनाना चाहिए (चित्र 198)।

मिश्र स्तंभी आरेख

क्षेत्रफल की इकाइयों के लिए विभिन्न कार्यों में जनसंख्या के योग की समानुपातिक ऊँचाई के आरेख बनाये जा सकते हैं और उन्हें उपविभाजित करके बड़े नगरों, छोटे नगरों तथा ग्रामों में रहने वाली जनसंख्या के समानुपात दर्शा सकते हैं। इस प्रकार के विश्लेषण करने में कुछ जनसंख्या विवरणियाँ तत्परता से उपलब्ध होती हैं, क्योंकि उनमें विभिन्न विशिष्ट आकार की बस्तियों में रहने वाली जनसंख्या, अर्थात् 2,500 से कम, 2,500 — 10,000, इत्यादि गणनों के योग बतलाने वाली सारणियाँ मिलती हैं।[1] अथवा मकानों की संख्याएँ दिखलाने के लिए स्तम्भ बनाये जा सकते हैं और मकानों के प्रकारों में प्रभेद करने के लिए उन्हें विभाजित किया जा सकता है।[2]

विभाजित आयत

बस्ती की संरचना में परिवर्तनों को दिखलाने के लिए, जैसा कि जनसंख्या की नगरीय ग्रामीण स्थिति से प्रतिबिम्बित होता है, जिस प्रकार मिश्र स्तम्भी आरेख बनाये जाते हैं, उसी प्रकार से विभाजित आयत भी काम में लाये जा सकते हैं। उदाहरण के लिए, चित्र 213 में 1870 एवं 1930 के बीच योरप के चुने हुए देशों में नगरीयकरण की दशा तथा प्रगति को दिखलाने के लिए तुलनीय आयत बनाये गये हैं।

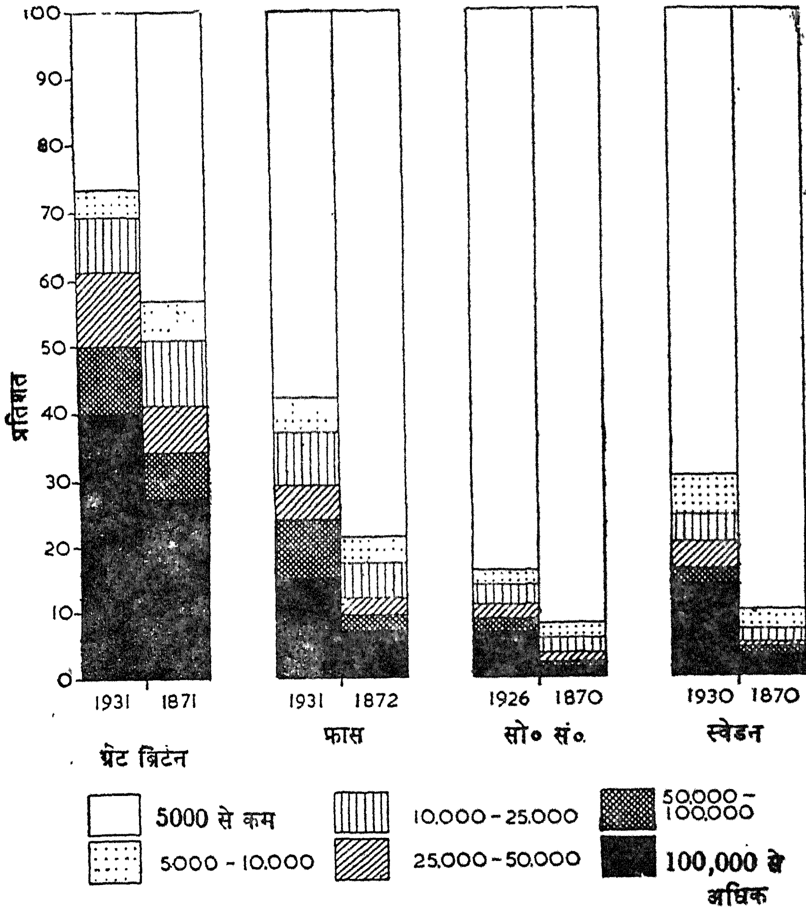
---

1. Admirality Geographical Handbook, *Germany*, अंक 3, पृ० 80 (लन्दन, 1944) में एक प्रयोग देखिये।
2. एक परिच्छेदिका के रूप में विन्यासित ऐसे आरेखों की एक श्रेणी को R. Finley तथा E. M. Scott, 'A Great Lakes-to-Gulf Profile of Dispersed Dwelling Types', *Geographical Review*, अंक 30 (न्यू यार्क, 1940) में देखिये।

विशेष आरेख

प्रवाह-रेखा मानचित्र

यातायात-प्रवाह मानचित्रों तथा उनके बनाने के सिद्धान्तों पर अन्यत्र पूर्ण विचार किया गया है (देखिए पृ० 289-93)। तथापि, उनके विषय में यहाँ पर अलग से चर्चा

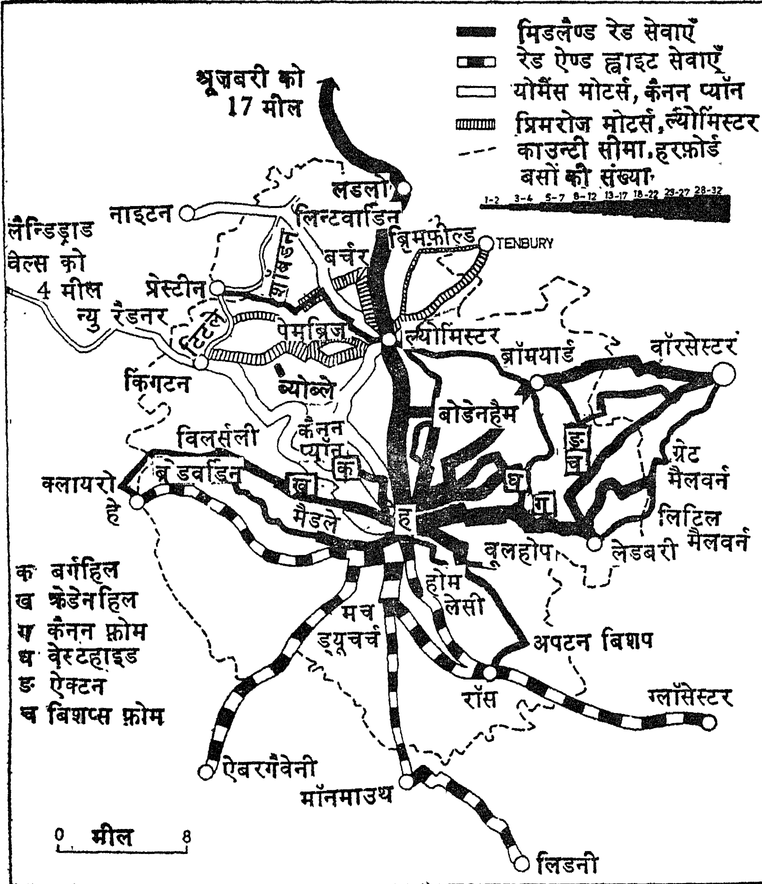


चित्र 213—ग्रामीण तथा नगरीय जनसंख्या के विभाजित आयत

आँकड़ों का स्त्रोत : J. Haliczer, 'Agglomeration und Verteilung der Bevölkerung in Europa auf Grund einer neuen Karte in Masse 1:4,000,000', *Comptes Rendus du Congrès International de Géographie, Amsterdam*, 1938, अंक 2, खण्ड 3a, पृ० 167-80 (Leiden, 1938).

ये आरेख विभिन्न योरोपियन देशों में 5,000 से कम निवासियों वाले या उनसे बड़े स्थानों में, जैसी दशा हो, रहने वाली जनसंख्या के आपेक्षिक समानुपातों को दिखलाते हैं। नगरीयकरण की प्रगति का चाक्षुण मानांकन करा सकने के लिए, साठ वर्षों की अवधि में होने वाले परिवर्तनों को भी दिखलाया गया है।

करनी आवश्यक है, क्योंकि मोटर-बस सेवाओं के द्वारा नगर तथा देहात के सीमांकन में इनका उपयोग है।[1] नगरों की माध्यक (median) पश्च-भूमियों को निर्धारित करने में,



चित्र 214—हरफ़ोर्ड, ल्योमिन्सटर, किंगटन तथा ब्रॉमयार्ड से काम के दिन की (week day) प्रमुख बस सेवाओं की बारंबारता

सी० डी० रीड के द्वारा 1954 में संग्रहित एक अप्रकाशित मानचित्र पर आधारित। इन आँकड़ों में बाज़ार तथा सप्ताहान्त की अतिरिक्त तथा विशेष सेवाएँ सम्मिलित नहीं की गयी हैं। 'ह' का संदर्भ हरफ़ोर्ड से है।

---

1. F. H. W. Green, 'Town and Country in Northern Ireland', *Geography*, अंक 34, पृ० 89-96 (लन्दन, 1940) तथा 'Motor-Bus Centres in South-West England considered in relation to Population and Shopping Facilities', *Institute of British Geographers, Transactions and Papers*, 1948, प्रकाशन सं० 14, पृ० 59-68 (लन्दन, 1949)।

तथा नगरीय केन्द्रों की पणन सुविधाओं के मूल्यांकन में सीमांकन का प्रारम्भिक सर्वेक्षण वाला महत्व है। सभी स्थानीय सेवाओं पर विचार करना चाहिए। सर्व प्रथम, समय सारणियों की सहायता से 'मोटर-बस केन्द्रों' को ज्ञात किया जाता है, जहाँ से कम से कम कुछ ऐसी नियमित बस सेवाएँ चलती हैं जो उन नगरों से बड़े अन्य नगर की सेवा नही करतीं। विभिन्न सेवाओं में लगी हुई बसों की बारंबारताओं को प्रवाह-रेखाओं के रूप में आलेखित किया जाता है (चित्र 214)। आरेखों के निरीक्षण के पश्चात् यह निश्चित करना संभव हो जाता है कि ऐसे क्षेत्रों को पृथक करने के लिए सीमाएँ कहाँ खीची जायें, जिनके अन्दर एक केन्द्र अन्य सभी से अधिक सरलता से पहुँचने योग्य हो। इस विधि के क्रियान्वयन में कुछ कठिनाइयाँ होती हैं। उदाहरण के लिए कुछ मार्गों पर दोतल्ला बसों का उपयोग हो सकता है और अन्य मार्गों पर नहीं, तथा समय सारणियों में दुहरी सेवाओं को नहीं दिखलाया जाता। ऐसा न होते हुए भी, इन आरेखों का संग्रह एक रचनात्मक अभ्यास है, और उसके द्वारा अन्य विधियों से नगरीय पृष्ठ प्रदेशों के आगे के विश्लेषणों का मार्ग प्रशस्त होता है।[1]

किरण आरेख

नगरों के प्रभाव क्षेत्र के पहलुओं को चित्र द्वारा समझाने के लिए किरण आरेख का उपयोग किया जाता है। नगरीय केन्द्रों तथा ग्रामों के परस्पर सम्बन्धों को निकटवर्ती देहात में दिखलाने के लिए नगरीय केन्द्र को मिलाने वाली रेखा बनाई जा सकती है। अतः यदि एक नगर कुछ निकटवर्ती ग्रामों के लिए पणन केन्द्र का काम करता है तो उसका कार्य उस नगर से ग्रामों की ओर जाने वाली कुछ किरणों से प्रकट होता है।[2] नगरीय क्षेत्रों के सीमांकन में इस विधि से यह लाभ है कि इससे अतिव्यापन दिखलाना सम्भव होता है। नाना प्रकार के सम्बन्धों को सरल तथा प्रभावशील तरीके से दिखलाने के लिए इस विधि को उपयुक्त बनाया जा सकता है, जैसे कि समाचार पत्रों का परिसंचारण दिखलाने के लिए (चित्र 215)।

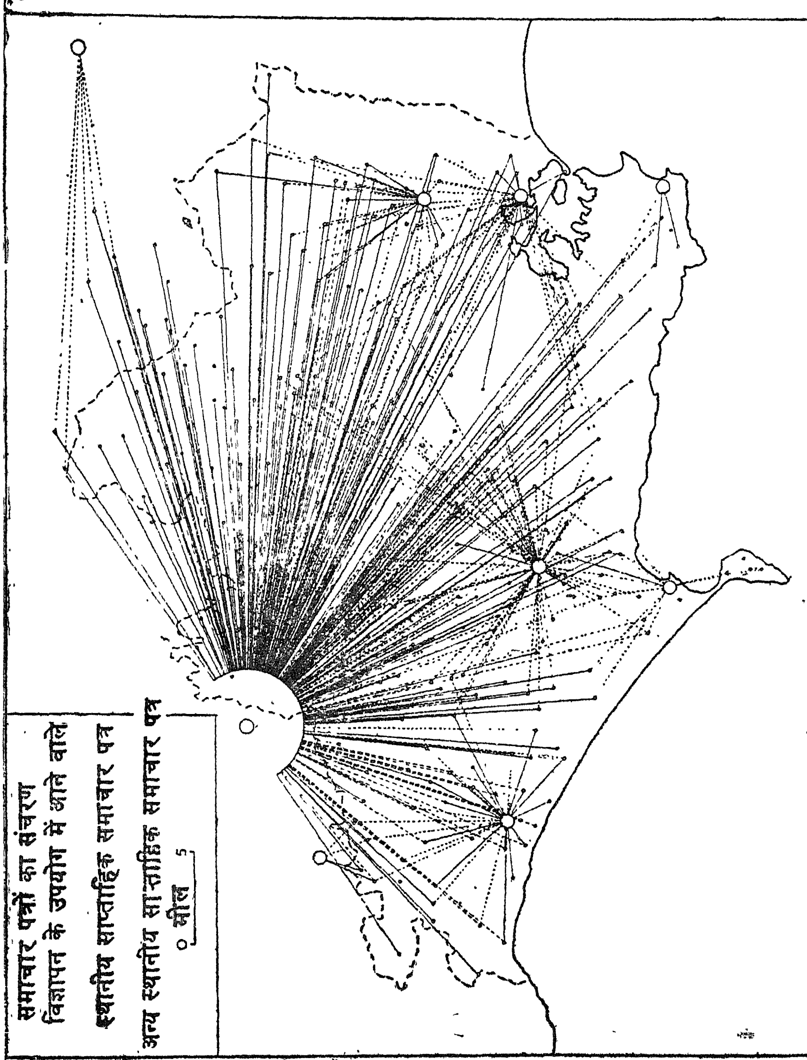
कोटि (Ranking) आरेख

बस्तियों को उनकी जनसंख्या के आकार तथा उनमें पाई जाने वाली सेवाओं की

---

1. P. R. Odell, 'Urban Spheres of Influence in Leicestershire in the the Mid-nineteenth Century', *Geographical Studies*, अंक IV सं० 1, पृ० 38 (लन्दन, 1957) में एक रोचक मानचित्र देखिये जो (काउन्टी डाइरेक्टरी से ली गयी वाहकों की गाड़ियों की संख्याओं पर आधारित) प्रवाह-रेखाओं का उपयोग करके, जो कि केन्द्रों से विकिरण करती हैं, लीस्टरशायर में मध्य 19वीं शताब्दी की नगरीय पश्च-भूमियों का चित्रण करता है।
2. उदाहरण के लिए M. W. Mikesell, 'Market Centres of North-Eastern Spain', *Geographical Review*, अंक 50, पृ० 248 (न्यू यार्क, 1960) देखिये (मानचित्र को जी० एल० ऑगस्टिन ने बनाया है)।

संख्या आदि के अनुसार कोटिकृत करना, बस्तियों के वर्गीकरण में तथा सोपान में उनके स्थान के अनुसार बस्तियों के समूह बनाने में एक प्रारम्भिक सहायक कदम है। ए० ई० स्मेल्स तथा जी० हार्टले ने ग्रेटर लन्दन में पणन केन्द्रों को कोटिकृत करने के लिए एक सरल आरेख की युक्ति की है जिसमें चुने हुए भंडारों की उपस्थिति के माप से उनके प्राप्तांक



चित्र 215—समाचार पत्र परिसंचरण का एक किरण-आरेख

ए० इ० स्मेल्स के द्वारा संग्रहित एक पाण्डुलिपि मानचित्र पर आधारित। यह मानचित्र डॉरसेट से संदर्भित है और चित्र 207 में केन्द्रों की एक कुंजिका दी गयी है।

(score) के अनुसार पणन केन्द्रों को विन्यासित किया गया है।[1] इस विधि के द्वारा केन्द्रों को निरीक्षण से कोटिकृत करना सम्भव होता है। ऐसी विधियों को प्रत्यक्ष कारक (factor) विश्लेषण जैसी प्रविधियों के द्वारा सांख्यिकीय तरीके से अनुपूरित किया जा सकता है (देखिये अ० सं० 56)।

नगरीय परिच्छेदिकाएँ

ई० वान क्लीफ़ ने नगरों के स्वरूप के अध्ययन को 'नगरीय परिच्छेदिकाओं' का उपयोग करके एक देन दी है।[2] नगरों की भौगोलिक प्रकृति की विभिन्नताओं को चित्रात्मक तरीके से निरूपित करने के उद्देश्य से इन परिच्छेदिकाओं को नगरों की परिच्छेदिकाओं के छाया-चित्रों (silhouettes) का कुछ अतिशयोक्ति पूर्ण रूप दिया है।

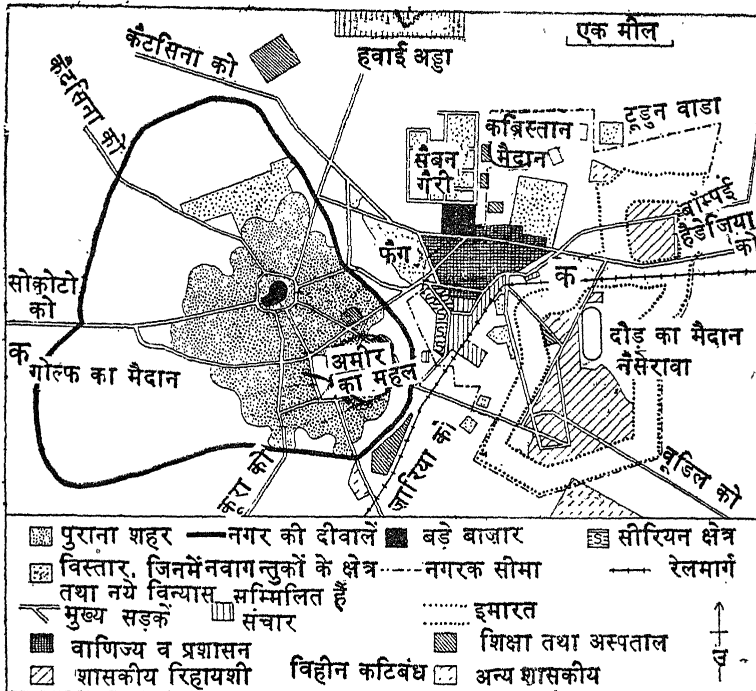
रेखाचित्रीय-मानचित्र

बस्तियों की स्थिति, स्थल चुनाव तथा प्रकृति को चित्र द्वारा समझाने में रेखाचित्रीय मानचित्र भूगोलवेत्ता के लिए बहुत दिनों तक एक अनिवार्य यंत्र रहा है। यह बस्तियों के स्वरूप तथा कार्यों के विश्लेषण को स्पष्ट करने का भी कार्य करता है।[3] विभेदी स्वरूप सम्बन्धं तत्व, कार्य पर आधारित बड़े भूमि-उपयोग, मुख्य सड़क जाल तथा रेल मार्गों को चुनकर एक रेखाचित्रीय मानचित्र में दिखलाया जा सकता है जो एक ही झलक में नगर के प्रमुख लक्षणों को संक्षेप में प्रस्तुत करे (चित्र 216)। रेखाचित्रीय मानचित्रों के लिए मूल आँकड़ों को सर्वप्रथम स्थलाकृतिक मानचित्रों से लिया जा सकता है। उदाहरण के लिए, मुख्य समोच्च रेखाएँ, निर्मित क्षेत्रों की सीमाएँ, संचार के मुख्य मार्ग, इत्यादि विशेष बातों को चित्र द्वारा समझाने के लिए अन्य बारीकियों को अन्य स्रोतों से सम्मिलित करते हैं, जैसे कि ऐतिहासिक भौगोलिक और स्थलीय प्रेक्षण। ग्रिफिथ टेलर ने रेखाचित्रीय-मानचित्र का बहुत उपयोग किया है। उनका हैश्यूर का उपयोग, मुख्य घटनाओं का चुनाव तथा टिप्पण लेखन की विधि ध्यान देने योग्य हैं।[4]

रेखाचित्रीय-मानचित्रों के लिए आँकड़ों का चुनाव वास्तव में उस उद्देश्य से निर्धारित होता है, जिसके लिए मानचित्र बनाया जाता है। चित्र द्वारा समझाने के लिए एक नये

1. A. E. Smailes तथा G. Hartley 'Shopping Centres in the Greater London Area', *Transactions and Papers*, 1961 : *Intstitute of British Geographers*, सं० 29 (लन्दन, 1961), अंक 22, पृ० 201-13 (लंकास्टर, पे० 1932)।
2. E. Van Cleef, 'The Urban Profile', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 22, पृ० 237-41 (लंकास्टर, पे० 1932)।
3. O. H. K. Spate तथा E. Ahmad, 'Five Cities of the Gangetic Plain', *Geographical Review*, अंक 40, पृ० 260-78 (न्यू यार्क, 1950); तथा R. E. Dickinson, 'Morphology of Medieval German Towns', *ibid*, अंक 35, पृ० 74-97 (1975) में कुछ अत्युत्तम उदाहरण मिलते हैं।
4. G. Taylor, *Urban Geography* (लन्दन, 1949)।

नगर या एक राज्य के नियोजन में स्थल की प्राकृतिक सम्भावनाओं का पूर्ण रूप से शोषण करना चाहिये। इस सम्बन्ध में वह रेखाचित्रीय-मानचित्र सहायक होता है जो अर्थपूर्ण लक्षणों पर तथा स्थल की प्राकृतिक अच्छाइयों पर बल देता है। (चित्र 217)।



चित्र 216—कानो सिटी का एक रेखाचित्रीय मानचित्र

K. M. Buchanan तथा J. C. Pugh, *Land and People in Nigeria* (लन्दन, 1955) पर आधारित।

आरेखी रेखाचित्रीय-मानचित्र : ऐसे रेखाचित्रीय मानचित्रों को आरेखी कहा गया है जिनमें स्थल के चुनाव तथा धरातलीय लक्षणों के सम्बन्धों को दिखलाने के लिए मापनी को विकृत किया जाता है, और साथ ही जिनमें स्थान का संरक्षण तथा व्यवस्थित वर्गीकरण करते हैं। इस प्रकार के चित्र द्वारा समझाने को, सदैव नहीं किन्तु कभी कभी वर्णन के लिए मानारेख (cartogram) का नाम दिया जाता है।[3]

सामान्यीकृत रेखाचित्रीय मानचित्र : नगरों के स्वरूप के विश्लेषण के एक उपयोगी अभ्यास में ऐसे सामान्यीकृत आरेख बनाये जाते हैं जो नगरों के प्रादेशिक प्रकारों के प्लान तथा संरचना के विभेदक लक्षणों को दिखलाते हैं (चित्र 218)। ए० ई० स्मेल्स ने सामान्यी-

1. ससेक्स की बस्तियों के वर्गीकरण में इसके प्रयोग का एक अच्छा उदाहरण, *The Land of Britain*, भाग 83-4, *Sussex* (*East and West*) (लन्दन, 1942) में मिलता है।

1 मिट्टियाँ

- बहुत गहरे रङ्ग की मिट्टी; अल्प अध : अपवाह; मध्यम गठन; उच्चावच भौम जल स्तर; आर्द्र ऋतु में कठिनता से व्यवहार्य ।
- गहरे रङ्ग की मिट्टी; मध्यम गठन; उच्चभौम जल स्तर; मध्यम गठन; पर्याप्त अध:अपवाह; गृह उद्यान के लिए उत्तम; इमारतें टिकने योग्य ।
- हल्के रङ्ग की मिट्टी; साधारण पारगम्य; उत्तम अध: अपवाह: सार्वजनिक उपयोगों के लिए अनुकूलन शील; अपरदन की प्रवृत्ति ।
- हल्के रङ्ग की मिट्टी; मध्यम गठन; सामान्य पारगम्य; उत्तम अध:अपवाह; भारी इमारतों के लिए अनुकूलन-शील; अपरदन की प्रवृत्ति; आर्द्र ऋतु में कठिनता से व्यवहार्य; हल्के उद्योग के योग्य ।
- हल्के रङ्ग की मिट्टी; सामान्य पारगम्य; अल्प अध: अपवाह; आर्द्र ऋतु में कठिनता से व्यवहार्य ।
- तली भूमि की गहरे रङ्ग की मिट्टी; बाढ़ अधीन; इमारतों के लिए अनुपयुक्त; नीचे बालू तथा बजरी की तह; पार्क के लिए उत्तम ।

2 स्थलाकृति

- सभी दिशाओं से स्पष्ट दिखलायी देनी अति सार्थक श्रेणी; क्षितिज रेखा सवारी मार्ग अथवा भारी वृक्षारोपण के लिए आदर्श ।
- स्थानीय रूप से स्पष्ट दिखलायी देती श्रेणियां जो विभिन्न प्रकार के गृहों तथा व्यापारिक उपयोगों का सुझाव देती है ।
- अति तीव्र ढाल
- तीव्र ढाल
- स समतल से बहुत समतल भूमि; खेल के मैदान के लिए उपयुक्त; दक्षिण-पश्चिमी ढाल "वरिष्ठ नागरिकों" के लिए उपयुक्त (शीत ढाल क्षेत्रों को छोड़कर) ।

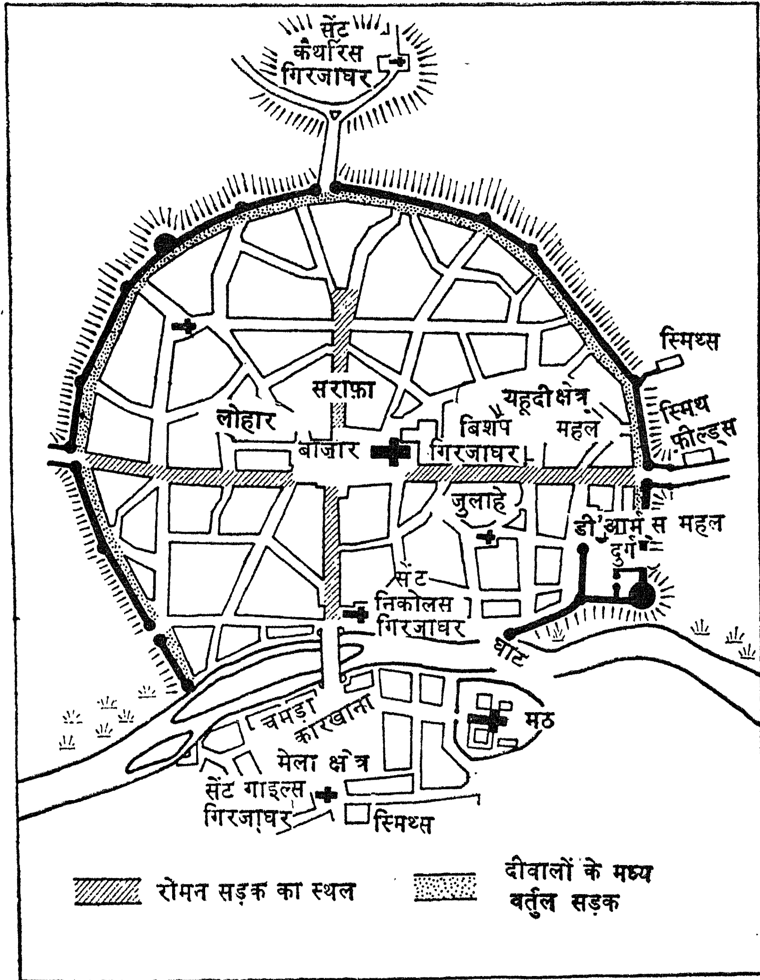
3 अन्य प्रतीक

- ① अरुचिपूर्ण 7—8 मील विस्तृत दृश्य
- ② रोचक दृश्य
- ③ क्षितिज रेखा दृश्य
- ④ दूर पर सुन्दर दृश्य
- ⑤ अदृश्य
- श शीत ढाल
  कुअपवाहित आर्द्र तथा कच्छीय क्षेत्रों में शक्य पाला कोटरिकाएं हैं ।
- •••• पार्क तथा मनोरंजन के लिए उपयुक्त दृश्य भूमि महत्त्व के क्षेत्र
- संरक्षण के लिए वृक्ष तथा [illegible] पंक्तियां सुरक्षित
- Δ रखने योग्य इमारतें
- ⇨ असंतत धारा वाश

चित्र 217—एक नये नगर स्थल का रेखाचित्र

B. Hackett, 'The Landscape Analysis of New Town Sites', *Journal of Town Planning Institute*, अंक 48, पृ० 39 (लन्दन, 1962) पर

करण के विचार को बढ़ाते हुए उसमें आधुनिक नगरों के समूह को सम्मिलित कर दिया है (चित्र 219)।



चित्र 218—पेरिस बेसिन के एक नगर का सामान्यीकृत आरेख

H. J. Fleure, *Geography*, अंक 25 (लन्दन, 1940) के एक मानचित्र पर आधारित। यह एक सैद्धान्तिक संकल्पना (theoretical concept) है, अतः कोई रेखीय-मापनी सम्मिलित नहीं की गयी है।

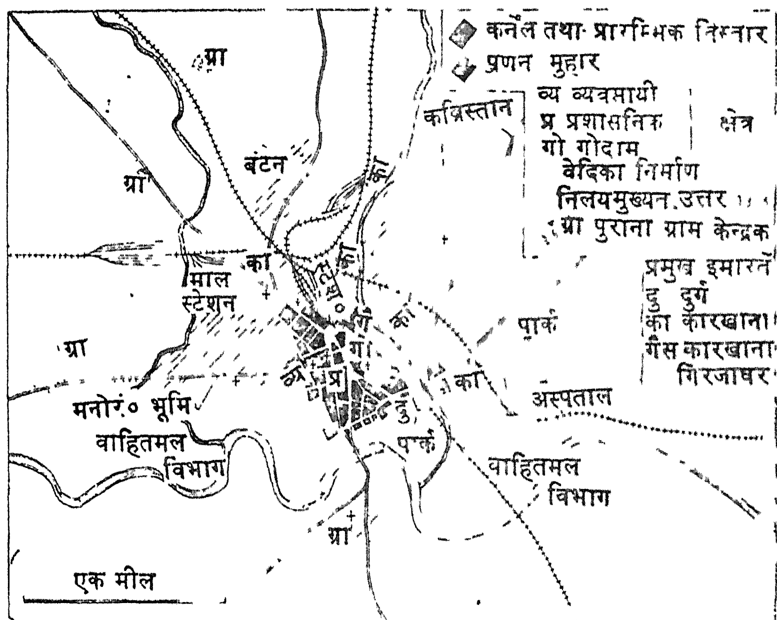
रेखाचित्रीय-ब्लॉक

बस्तियों के स्थल चुनाव के चित्रण में, तथा उनके विकास और संरचना को प्रभावित करने वाले कारकों के भौगोलिक विश्लेषण में ब्लॉक-आरेखों को (देखिये पृ०

156) बड़ी प्रभावशीलता से काम में लाया जा सकता है।[1] तीसरी विमा की अभिमुखता (aspect) उत्पन्न कर देने से अक्सर भौगोलिक कारकों की क्रिया पर प्रकाश पड़ता है जो कि द्विविमीय प्लानों में पूर्णत: छिपी रह सकती है।

अवस्था (Stage) आरेख

किसी बस्ती की वृद्धि की अवधि में विभिन्न अवस्थाओं पर उसके विकास को दिखलाने के लिए रेखाचित्रीय ब्लाकों तथा रेखाचित्रीय-मानचित्रों को स्तरों में विन्यासित



चित्र 219—एक प्ररूपी अंग्रेजी काउन्टी नगर का एक सामान्यीकृत आकृतिकीय (morphological) आरेख

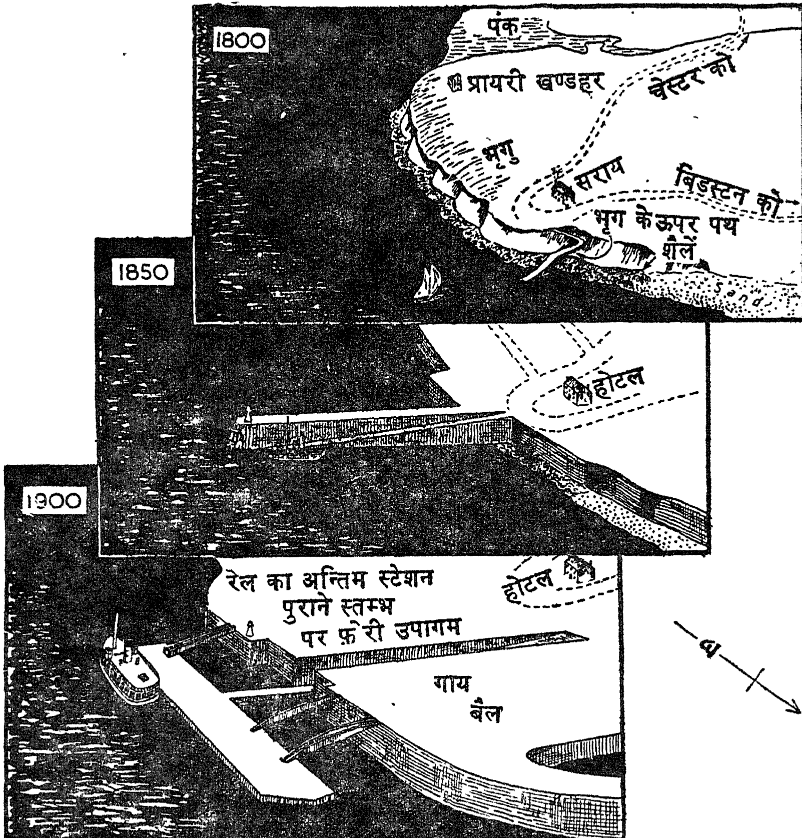
A. E. Smailes, 'Some Reflections on the Geographical Description and Analysis of Towns,' *Institute of British Geographers : Transactions and Papers*, सं० 21 (लन्दन, 1955) पर आधारित।

किया जा सकता है (चित्र 220)। ग्रिफ़िथ टेलर ने इन्हे अवस्था-आरेख कहा है। यदि किसी बस्ती के सभी संभव ऐतिहासिक मानचित्र मिल जाये और उन्हे कालानुक्रमिक विश्लेषण की प्रक्रिया की सुविधा के लिए एक ही मापनी पर फ़ोटोस्टैट विधि से लघुकृत किया जा सके, तो ऐसे आरेखों के निर्माण में बहुत सहायता मिलती है। लघुकरण तथा विन्यास की यान्त्रिक प्रक्रिया ही स्वयं बस्ती की वृद्धि को प्रभावित करने वाले भौगोलिक कारकों को प्रकट कर देती है, जो कि अन्यथा सरलता से उपेक्षित रह जाते है।

1. इसके प्रयोग के बहुसंख्यक उदाहरण G, Taylor, *op. cit.* (1949) में देखिये।

ग्राफ़

द्वितीय विश्वयुद्ध के पहिले बस्तियों के भौगोलिक अध्ययन में ग्राफ़ों का उपयोग कदाचित ही होता था, किन्तु इसमें कुछ रोचक अपवाद थे। उदाहरण के लिए एच० डब्ल्यू० आलमैन ने दक्षिण-पूर्वी सिसली में बस्ती तथा ऊँचाई को सम्बन्धित करने के लिए एक चतुराई पूर्ण पौलीग्राफ़ का उपयोग किया था।[1] इन्होंने ऊँचाई को मीटर में कोटियों की भाँति आलेखित किया, और क्षेत्रफल, निवासियों की संख्या तथा जनसंख्या



चित्र 220 —वुडसाइड, बरकेनहेड का एक अवस्था-आरेख

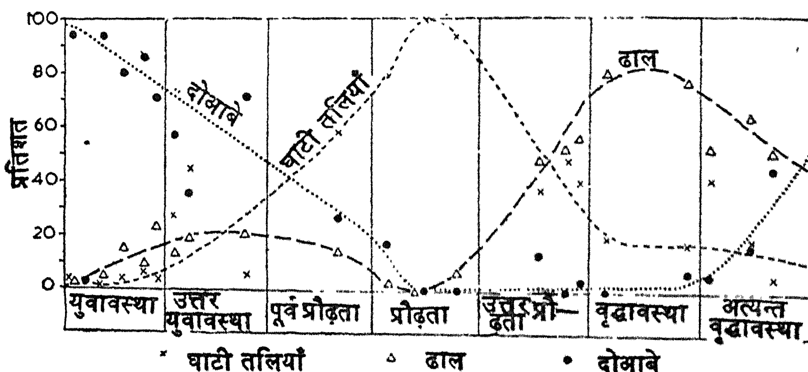
J. E. Allison, *The Mersey Estuary*, पृ० 19 (लिवर-पूल, 1948) पर आधारित।

उन्नीसवीं शताब्दी में बरेकनहेड के इस भाग में जो परिवर्तन हुए हैं उन्हें यह आरेख संक्षेप में दिखलाता है।

---

1. H. W. Ahlman, 'The Geographical Study of Settlement', *Geographical Review*, अंक 18, पृ० 93-128 (न्यू यार्क, 1928)।

के घनत्व को भुजों की भाँति। इस प्रकार से इन्होंने कुछ निश्चित ऊँचाइयों पर बस्तियों के संकेन्द्रण को दिखलाने के लिए, एक ही चार्ट में तीन ग्राफ़ प्रस्तुत किये थे। अपरदन के मैदानों, वेदिकाओं तथा उत्तर एवं दक्षिण मुखी ढालों के सम्बन्ध में बस्तियों के विश्लेषण में इस विधि का लाभप्रद उपयोग हो सकता है। चालिस वर्ष से अधिक हुए जे० एल० रिच ने स्थल-स्वरूपों तथा बस्तियों के स्थल चुनाव के सम्बन्ध का विषय लेकर एक लेख लिखा था, जिसमें उन्होंने अपने विचारों को समझाने के लिए आलेखी विधियों का उपयोग किया था।[1] इन्होंने नदी घाटियों की तली में, घाटियों के ढाल तथा द्वाबों पर क्रमशः उनकी युवा, प्रौढ़ तथा वृद्धावस्था में बस्तियों के स्थलों के प्रतिशतों पर विचार किया और परिणामों को आलेखी रूप में प्रस्तुत किया था (चित्र 221)।



चित्र 221—स्थल-स्वरूपों के सम्बन्ध में बस्ती की अवस्थिति के वक्र

J. L. Rich, 'Cultural Features and the Physiographic Cycle, *Geographical Review*, अंक 4, पृ० 300 (न्यू यार्क, 1917) पर आधारित।

घाटी तलियों, ढालों तथा द्वाबों पर जिस बारम्बारता में मकानों को अवस्थापित किया गया है, उसे प्रतिशत आधार पर आलेखित किया गया है, और जो सम्बन्ध उत्पन्न होते हैं उनका संकेत देने के लिए सैद्धान्तिक वक्र बनाये गये हैं।

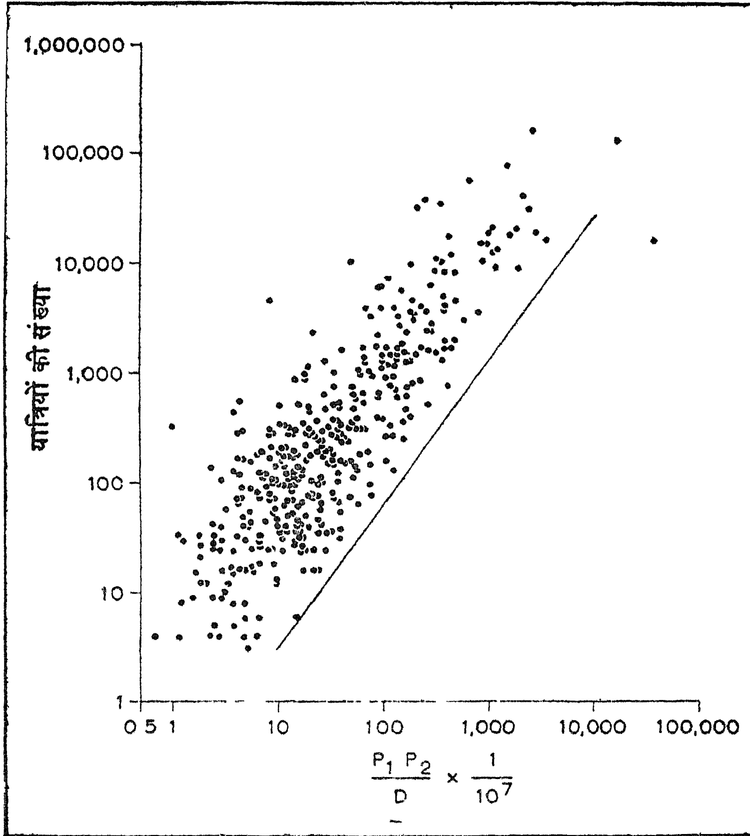
बस्ती जाल का विश्लेषण—बारंबारता ग्राफ़ों के अन्य संभव उपयोगों के संकेतक के रूप में उनका एक और प्रयोग उल्लेखनीय है।[2] जे० ऐन्ड्रयूज ने न्यू साउथ वेल्स के विशिष्ट प्रदेशों में बस्तियों के आकार तथा प्रकार में विभिन्नताओं को दिखलाने के लिए प्रत्येक प्रदेश के विषय में निम्नलिखित का आलेखन किया था : (क) भुजों पर प्रत्येक एकत्रित बस्ती की जनसंख्या के सम्मुख कोटियों पर कुल एकत्रित बस्तियों की संख्या का प्रतिशत तथा (ख) भुजों पर प्रत्येक एकत्रित बस्ती की जनसंख्या के सम्मुख कोटियों पर

---

1. J. L. Rich, 'Cultural Features and the Physiographic Cycle', *Geographical Review*, अंक 4, पृ० 297-308 (न्यू यार्क, 1917)।
2. J. Andrews, 'The Settlement Net and the Regional Factor', *Australian Geographer*, अंक 3, (सिडनी, 1934)।

कुल जनसंख्या का प्रतिशत। इस प्रकार इन्होने पौलीग्राफ़ के दो सेट तैयार किये, जो विश्लेषित बस्तियों की विशेषताओं में प्रादेशिक विभिन्नताओं को प्रकट करते हैं।

नगरीय अध्ययनों में सांख्यिकीय उपागम—हाल के वर्षों में नगरीय भूगोल में नगरों के कार्य, आकार, वितरण तथा सोपान में सांख्यिकीय उपागम पर पहिले से अधिक बल दिया जाने लगा है। इसके लिए आँकड़ो को मुख्यत: विस्तृत स्थलीय अध्ययन से प्राप्त करते



चित्र 222—संयुक्त राज्य में बस द्वारा यात्राओं का एक लॉग-रैखिक (log linear) आरेख G. K. Zipf, *Human Behaviour and the Principle of Least Effort* (कैम्ब्रिज, मैसा०, 1949) पर आधारित।

इसके आँकड़े संयुक्त राज्य में 1933 तथा 1934 में 29 स्वेच्छ शहरों के बीच मुख्य सड़क बस यात्रियों के विषय में हैं। प्रत्येक विषय में P_1 पहिले शहर की जनसंख्या, P_2 दूसरे शहर की जनसंख्या और D उनकी परस्पर दूरी है।

हैं तथा प्रकाशित जनगणना विवरणी से इस विषय मे पूरक का कार्य लेते हैं। लक्ष्य यह रहा है कि जनसंख्या की मात्रा, कार्य की विविधता तथा नगरों की पारस्परिक दूरी के बीच कोई संबन्ध स्थापित किया जाये। ऐसे विश्लेषणों में यह आवश्यक हो गया है कि विभिन्न नामों

को, विशेषकर 'कार्य', 'कार्य की इकाई', संस्थापन, 'केन्द्रीय स्थान' आदि की परिभाषा को अधिक परिशुद्ध बनाया जाय। बाद में सरल रेखा ग्राफ़ों के द्वारा सेवा कार्यों की संख्या तथा इकाइयों को जनसंख्या के आकारों के सम्मुख आलेखित किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, एच० ए० स्टैफ़ोर्ड ने इलीनॉय के एक भाग में छोटे नगरों के कार्यों का विश्लेषण करने के लिए सरल ग्राफ़ों का प्रभावशील उपयोग किया है।[1] इन्होंने 'संस्थापनों' की संख्या को नगरीय जनसंख्या के आकार के सम्मुख आलेखित किया, कार्य की इकाइयों की संख्या को नगरीय जनसंख्या आकार के सम्मुख आलेखित किया और नगर के आकार में वृद्धि के साथ फुटकर बिक्रय में विशिष्टीकरण का कुछ आभास प्राप्त करने के लिए, संस्थापनों की संख्या के सम्मुख कार्य की इकाइयों की संख्या/संस्थापनों की संख्या के अनुपात को रखा।

लॉग रैखिक आरेख (समाश्रयण) {(Log Linear Diagrams (Regression)}

पिछले अध्याय में इस प्रकार के भौगोलिक विश्लेषण का संदर्भ दिया जा चुका है (देखिए पृ० 366 तथा अ० सं० 57)। हाल के वर्षों में इस विषय ने बसाव के अध्ययनों में विशेष महत्व प्राप्त कर लिया है। जी० के० ज़िफ़ ने, जिनके नगरों से सम्बन्धित 'कोटि-आकार' (rank size) नियम ने नगरों के आकार के सांख्यिकीय विश्लेषणों में रुचि उद्दीपित की है (देखिए पृ० 368), स्वयं बस्तियों के आकार को दूरियों के आर्थिक पहलुओं तथा बाजारों के आकार के साथ सम्बन्धित किया था। अत: अपनी संकल्पनाओं को समझाने के लिए, इन्होंने दूरी के रेखीय प्रतिच्छेदों (rectilinear inter-sections) को स्थापित करने का प्रयास किया था। उदाहरण के लिए, इन्होंने लाग रैखिक आरेखों की सहायता से यह दिखलाया कि संयुक्त राज्य के किन्हीं दो शहरों के बीच की दूरी के साथ उनके बीच बस यात्रियों की संख्या, भार के रूप में माल की मात्रा, तथा टेलीफ़ोन काल की संख्या घटती है (चित्र 222)। बाजारों से दूरी, बाजारों के क्षेत्रफल, जनसंख्या का आकार तथा केन्द्रीय सेवाओं की संख्या आदि में परस्पर संभव सम्बन्धों की परीक्षा के लिए इस प्रविधि में स्पष्ट सम्भावनाएँ हैं। बी० जे० एल० बेरी तथा एच० एम० मेयर ने वास्तव में संयुक्त राज्य में दक्षिण-पश्चिमी आयोवा में केन्द्रीय स्थान प्रणाली के तुलनात्मक अध्ययन में लागरैखिक आरेखों का विस्तृत उपयोग किया है।[2] इस अध्ययन में जनसंख्या के आकार का मात्रात्मक सम्बन्ध केवल कार्य इकाइयों तथा केन्द्रीय कार्यों के साथ ही नहीं बल्कि सेवाओं के विशेष प्रकारों से सम्बन्धित व्यापार क्षेत्रों तथा जनसंख्या के आकारों को स्थापित करना और इस प्रकार से जनसंख्या आकार में क्रान्तिक देहलियाँ निर्धारित करना भी संभव सिद्ध हुआ है। इस प्रकार से ये लेखक ग्राम, नगर, शहर तथा 'प्रादेशिक

---

1. Howward, A. Stafford, Jr., 'The Functional basis of Small Towns', *Economic Geography*, अंक 39, पृ० 165-75 (वॉरसेस्टर, मैसा०, 1963)।
2. B. J. L. Berry तथा H.M. Mayer, 'Retail Location and Consumer Behaviour', *op. cit.* (फ़रवरी, 1962)।

महानगरियों' की जनसंख्या, एक प्रणाली में अवस्थिति, प्रस्तुत सेवाएँ तथा सेवी क्षेत्रफल के रूप में मात्रात्मक परिभाषा दे सके हैं।

प्रकीर्णन आरेख

कारक विश्लेषण के द्वारा नगरों के वर्गीकरण में, उनके विभिन्न कारकों के प्राप्तांक के आधार पर नगरों को उनकी समानताओं के अनुसार समूह बद्ध किया जा सकता है, जैसा कि सी० ए० मोज़र तथा वूल्फ़ स्कॉट ने किया था (*op. cit.* 1961, पृ० 257)। कारकों में से दो को क्रमशः कोटि तथा भुज बनाते हुए प्राप्तांकों को आलेखित करके इस स्थिति का चाक्षुण गुण ग्राहण किया जा सकता है। इस प्रकार मानों का जो प्रकीर्णन प्राप्त होता है वह आलेखित किये हुए नगरों की निकटता के आधार पर उनकी बन्धुताओं का माप करता है।[1]

---

1. एक उपयोगी समीक्षा तथा आरेख के लिए, P. B. Brenikov, '157 varieties of towns', *Journal of the Town Planning Institute*, अंक 48, पृ० 242-6 (लन्दन, 1962) देखिये।

परिशिष्ट

सांख्यिकीय तथा यांत्रिक प्रविधियों का परिचय

बहुत से अन्वेषणों में भूगोलवेत्ता के सम्मुख या तो सांख्यिकीय आँकड़ों के लगभग घबड़ा देने वाले भण्डार का कार्य हाथ में लेने की समस्या आती है, या यह तय करने की कठिनाई उपस्थित होती है कि वरणात्मक किन्तु प्रतिनिधि प्रेक्षण कैसे किये जायें। अक्सर ये समस्याएँ एक दूसरे की अनुपूरक होती हैं क्योंकि उपलब्ध आँकड़ो मे से एक छोटे समानुपात का ही उपयोग करना व्यावहारिक हो सकता है। भौगोलिक कार्यों में कभी-कभी जो उपागम अपनाया जाता है उसे 'एकल विषय अध्ययन' पद्धति कहा जा सकता है, जिससे विचाराधीन समस्या के कुछ विस्तृत प्ररूप-अध्ययन किये जाते हैं। इस विधि में यह कमी है कि सामान्यीकरण की विश्वसनीयता अनिश्चित होती है, क्योंकि जिस सामान्य क्षेत्र में एकल विषय अध्ययन किए जाते हैं उसके विषय में उसे अपनी सामग्री के प्रतिनिधित्व का परिशुद्ध ज्ञान नहीं होता। दूसरी ओर, यदि कार्य में एक सांख्यिकीय प्रतिचयन आधार अपनाया जाता है तो वरणात्मक अध्ययन किए जा सकते हैं जिनसे कुछ सामान्यीकरण सम्भव हो सकते हैं। वास्तव में बहुत से प्रकरणों में, उपलब्ध समय, मानव शक्ति तथा वित्त के कारणों से, यह अधिक अच्छा होता है कि किसी समस्या के पूर्ण सर्वेक्षण के बजाय प्रतिचयन अध्ययन किया जाय।

प्रतिचयन

वरणात्मक या प्रतिचय सर्वेक्षण करने के वास्तव में तीन तरीके होते हैं।[1] सब से सीधी प्रविधि सरल या **यादृच्छिक प्रतिदर्श** (random sample) है। अध्ययन के विषयों को, जो उदाहरणार्थ खेत, फ़ार्म, या गाँव हो सकते हैं, सूचीबद्ध कर लिया जाता है और प्रत्येक को एक क्रम संख्या दे दी जाती है। फिर यादृच्छिक संख्याओं की सारणी को देखकर इन क्रम संख्याओं का एक यादृच्छिक प्रतिदर्श निकाला जाता है।[2] यदि अध्ययन के विषय

---

1. कृषि भूगोल के संदर्भ में विवेचना के लिए, J. M. Blaut, 'Microgeographic Sampling—A Quantitative Approach to Regional Agricultural Geography', *Economic Geography*, अंक 35, पृ० 79-88 (वॉरसेस्टर, मैसा०, 1959) देखिये।

2. D. V. Lindley तथा J. C. P. Miller, *Cambridge Elementary Statistical Tables*, 35 पृ० (कैम्ब्रिज, 1953), सारणी 8। उदाहरण के लिए, G. W. Hartman तथा J. C. Hook, 'Substandard Urban Housing in United States: a Quantitative, Analysis', *Economic Geography*, अंक 32, पृ० 95-114 (वॉरसेस्टर, मैसा० 1956) देखिये।

असंतत इकाइयों के एक निश्चित समूह के रूप में हों, तो मदों की सूची बनाना सम्भव है, किन्तु भूगोलवेत्ता प्रायः एक विशेष रूप से संतत चर (continuous variable) जैसे कि भूमि की ऊँचाई, ढाल का कोण या मिट्टी की विशेषताएँ आदि का प्रतिदर्श प्राप्त करना चाहता है। इस दशा में घटना विशेष के मानचित्र पर एक ग्रिड अध्यारोपित कर दिया जाता है और यादृच्छिक संख्याओं की सारणी से ग्रिड प्रतिच्छेदनों की एक श्रेणी का चयन किया जाता है। जहाँ पर मद असतत हैं किन्तु, सभी व्यावहारिक कार्यों के लिए समूह परिमित है (उदाहरण के लिए, गोलाश्म-मृत्तिका में गुटिकाएँ या एक बड़े समुदाय में पौधे), वहाँ किसी प्रकार के क्षेत्र-प्रतिचयन का उपयोग करना चाहिए।[1]

कुछ घटनाओं की स्थानिक विभिन्नताओं का अन्वेषण करने के लिए यादृच्छिक प्रतिदर्श विधि अनुपयुक्त हो सकती है, क्योंकि यदि अध्ययन लक्षणों के विशेष संवर्गों का असाधारण स्थानिक गुच्छन हो तो इस प्रकार से अभिनत प्रतिदर्श मिलने की सम्भावना है। अभाग्यवश, दृष्यभूमि के तत्वों में कदाचित ही यादृच्छिक प्रकीर्णन होता है जिसके फलस्वरूप इस विधि के उपयोग में सावधानी बरतनी चाहिए।

यदिस्तरित यादृच्छिक प्रतिदर्श लिया जाय तो यह कठिनाई दूर हो सकती है। जिन विषयों का सर्वेक्षण करना हो उन्हें समस्या से सम्बद्ध एक या अधिक विशेषताओं के आधार पर स्तरों (strata) में समूहबद्ध किया जाता है।[2] व्यवसाय की संरचना के अध्ययन के लिए, बस्तियों को प्रारम्भ में जनगणना विवरणियों के आँकड़ों की सहायता से उनकी जनसंख्या के आकार के अनुसार समूहों में बाँटा जा सकता है और फिर इन समूहों में से यादृच्छिक प्रतिदर्श ले लिए जाते हैं। अथवा समूहों को क्षेत्र इकाइयों के आधार पर बनाया जा सकता है। स्पष्ट है कि स्तरित प्रतिदर्शों की विधि में अध्ययन के विषयों के बारे में बहुत सी पूर्व जानकारी आवश्यक होती है।[3]

इसके विपरीत, तीसरी प्रतिदर्श विधि में किसी पूर्व जानकारी की आवश्यकता नहीं पड़ती और इसीलिए वह प्रारम्भिक सर्वेक्षण सेवाओं के लिए विशेष उपयोगी है। जिस प्रदेश का परीक्षण करना हो उसे क्षेत्रीय आधार पर एक समान इकाइयों में बाँट देते हैं

---

1. वनस्पति वैज्ञानिक 'चतुष्कोण' (quadrat) अध्ययन {प्रतिदर्श वर्ग भूखंड (plots)} की विधि का उपयोग करता है।
2. W. F. Wood, 'Use of Stratified Random Samples in a Land Use Study', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 45, पृ० 350-67 (लंकास्टर, पे० 1955)।
3. W. B. Taylor तथा D. V. P. Clement ने 'The New Zealand Agricultural Sample Survey', *Journal of the Royal Statistical Society*, A, अंक 119, पृ० 409-24 (लन्दन, 1956) में कृषि विवरणियों के लिए संस्तरण (stratification) की अनेक विधियों की प्रयोगिता (Applicability) का विवेचन किया है।

और समान अन्तरालों पर एक व्यवस्थित प्रतिचयन कर लेते है। बर्च[1] ने आइल आफ़ मैन में 25 एकड़ से बड़े फ़ार्मों का 24 प्रतिशत प्रतिदर्श लेने के लिए इस विधि का उपयोग किया है। यह प्रतिदर्श नेशनल ग्रिड का उपयोग करते हुए यथा संभव कृषि दृश्यभूमि पर समान अन्तरालों पर रखा गया है। जिस फ़ार्म की भूमि पर ग्रिड प्रतिच्छेदन पड़ता है उस फार्म को चुन लेते हैं, और इसमें इस बात का ध्यान रखा जाता है कि बड़ी जोतों को प्रतिदर्श के बड़े समानुपात में प्रतिनिधित्व दिया जाय। अथवा, एक सूची से समान अन्तरालों पर प्रतिचयन करते हुए एक व्यवस्थित प्रतिदर्श लिया जा सकता है। बर्च, कृषि की विवरणियो से फार्मों के तुलनात्मक प्रतिदर्श में भी इस विधि का उपयोग करते है। यह विधि मानचित्र पर आधारित क्रमबद्ध प्रतिदर्श से कम संतोषजनक है क्योंकि इसमें प्रतिदर्शों का क्षेत्रीय वितरण उस हद तक नियन्त्रित नही होता।

क्षेत्रीय आधार पर लिये गये यादृच्छिक, स्तरित यादृच्छिक, तथा व्यवस्थित प्रतिदर्शों से प्राप्त 25 स्थानों के वितरण के उदाहरण चित्र 223 में दिये गये हैं। व्यवस्थित ग्रिड का पहिला स्थान यादृच्छिक संख्याओं से लिया गया था।



चित्र 223—क्षेत्रीय आधार पर यादृच्छिक, स्तरित यादृच्छिक तथा व्यवस्थित प्रतिदर्शों से प्राप्त स्थानों का वितरण

सरल यादृच्छिक प्रतिदर्श की तुलना में स्तरित यादृच्छिक प्रतिदर्श सामान्यत: प्रतिदर्श सर्वेक्षण की परिशुद्धता को बढ़ा देता है।[2] प्रतिदर्श का आकार स्तरो में उपस्थित, ज्ञात अथवा संदिग्ध परिवर्तिता के समानुपातिक रखा जा सकता है। यदि स्थानिक घटनाओं का विषय हो तो इसे क्षेत्रीय विस्तार के समानुपातिक रख सकते हैं। कभी कभी इन विधियों

---

1. J. W. Birch, 'Observations on the Delimitation of Farming-type Regions, with special reference to the Isle of Man', *Transactions and Papers*, 1954 : *Institute of British Geographers*, सं० 20, पृ० 141-58 (लन्दन, 1954)।
2. उदाहरण के लिए, P. F. Bourdeau, 'A Test of Random versus Systematic Ecological Sampling', *Ecology*, अंक 34, पृ० 499-512. (डरहम, एन० सी०, 1953) देखिये।

से और अच्छे परिणाम मिलते हैं यदि स्तरित यादृच्छिक प्रतिदर्शों के बजाय स्तरित व्यवस्थित प्रतिदर्श लिये जायें।[1]

विशेष समस्याओं के लिए आवश्यक प्रतिदर्श आकार का परिकलन किया जा सकता है और कम से कम यादृच्छिक प्रतिदर्शों के लिए त्रुटि की गुंजाइश का आकलन किया जा सकता है। अन्य प्रतिदर्श प्रविधियों के विषय में इन्हें निर्धारित करने का प्रक्रम अधिक जटिल है। तथापि, व्यवस्थित प्रतिचयन विधि से प्रतिदर्श आँकड़ों के मानचित्रण में सुविधा होती है।[2] प्रतिचयन के प्रकार तथा तीव्रता—'प्रतिदर्श डिजाइन'—को निश्चय करने में बहुत सावधानीपूर्वक विचार करना आवश्यक है।[3]

यांत्रिक विधियाँ

प्रचुर सांख्यिकीय आँकड़ों के अधिकतम उपयोग की, अथवा बड़े पैमाने पर मात्रात्मक अध्ययन की समस्या को आधुनिक यांत्रिक प्रविधियों के प्रयोग से सहज ही सुलझाया जा सकता है। बहुत से मात्रात्मक अन्वेषणों के लिए एक विद्युत परिकलन यन्त्र पर्याप्त हो सकता है। माडेल बहुत प्रकार के हो सकते हैं किन्तु वे वास्तव में कार्य करने में समान होते हैं तथा अब बहुत उपलब्ध हैं।[4]

मशीनों के प्रकारों में योग-मशीन सब से सरल है जो कि जोड़ी या घटाई हुई संख्याओं को कागज़ पर छापती जाती है, एवं उप-योग तथा अन्तिम योग भी बतलाती है। डेस्क-परिकलन यंत्रों द्वारा साधारण क्रियाओं के अतिरिक्त गुणा-भाग तथा संचयी गुणा होता है।[5] यह माडेल-विशेष पर निर्भर करता है कि उसमें कौन सी सुविधाएँ उपलब्ध हैं। कुछ मशीनों में चाक्षुण पंजियों पर परिकलनों के केवल चालू चरण ही दिखलाई देते हैं, जब कि दूसरे माडेल में कागज़ पर प्रथम चरण तथा अन्तिम उत्तर छपते हैं और इस प्रकार से जाँच के लिये उपयोगी अभिलेख प्राप्त हो जाते हैं।

---

1. W. G. Cochran ने *Sampling Technique* (न्यू यार्क, 1953) में इन समस्याओं का पूर्ण विवेचन किया है।
2. उदाहरण के लिए, J. W. Birch, *op. cit.* (1954)।
3. F. Yates, *Sampling Methods for Censuses and Surveys* (लन्दन, 1949)। भू आकृति वैज्ञानिक उदाहरणों का विश्लेषण A. N. Strahler ने 'Statistical Analysis in Geomorphic Research', *Journal of Geology*, अंक 62, पृ० 1-25 (शिकागो, 1954) में किया है; तथा W. C. Krumbein ने 'The 'Geological Population' as a Framework for Analysing Numerical Data in Geology,' *Liverpool and Manchester Geological Journal*, अंक 2, पृ० 341-68 (लिवर पूल,) में किया है।
4. M. O. Harley, 'The Application of some Commercial Calculating Machines to certain Statistical Calculations', *Supplement to Journal of the Royal Statistical Society*, अंक 8, पृ० 154-73 (लन्दन, 1946)।
5. $(a \times p)+(b \times q)+(c \times r)$ प्रकार की संक्रियाएँ (operations)।

छिद्रित कार्डों के उपयोग से आँकड़ों के पूर्ण उपयोग की संभावना और अधिक हो जाती है। मानक हॉलरिथ कार्ड में 80 स्तम्भ तथा 12 पंक्तियाँ होती हैं[1] (चित्र 224)। आँकड़ों के प्रत्येक मद को प्रत्येक स्तम्भ में एक विद्युत **कार्ड पंच** मशीन या हस्त चालित **की पंच** से जिन दोनों में टाइपराइटर से मिलती जुलती कुन्जियाँ या बटन होते हैं, छिद्रित कर सकते हैं। प्रत्येक अंक को दर्शाने के लिए छेद किये जाते हैं। चित्र 224 में 50,937 की संख्या को स्तम्भ एक से पाँच में छिद्रित किया गया है। किसी विशिष्ट संवर्ग के लिए आँकड़ों के मदों को एक या दो स्तम्भों में रखना प्रायः पर्याप्त होता है। ऋणात्मक संख्याओं को दिखलाने के लिए X पंक्ति में या तो संख्या से ऊपर छिद्रित करते हैं। एक अतिछिद्र (overpunch) या संख्या से एक स्तम्भ पहिले करते हैं। अक्षरों को पदनाम देने के लिए 1 से 9 पंक्तियों में एक संख्या के साथ Y, X तथा O पंक्तियों में अतिछिद्र का एक सम्मिश्रण भी होता है।[2]

पंक्ति																				
पंक्ति																				
कार्ड	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		77	78	79	80
स्तम्भ	0	■	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
संख्या	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2
	3	3	3	■	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3	3	3
कार्ड	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		4	4	4	4
पंक्तियाँ	■	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		5	5	5	5
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		6	6	6	6
	7	7	7	7	■	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		7	7	7	7
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		8	8	8	8
	9	9	■	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		9	9	9	9

चित्र 244—हॉलरिथ छिद्रित-कार्ड (Punched Card) का ग्रन्थाकार (format)

कार्डों पर आँकड़ों को रखने का मुख्य लाभ यह है कि विद्युत चालित कार्ड सार्टर के द्वारा छाँट कर इस सामग्री को विविध प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है। यह मशीन एक स्तम्भ में किये हुए छेद की स्थिति (पंक्ति) का पता लगाती है, जिसे चालक प्रत्येक छँटाई में निर्धारित करता है, और उस संख्या के लिए कार्ड को उपयुक्त कोशिका (pocket) में निर्दिष्ट (direct) करती है। 12 पंक्तियों में से प्रत्येक के लिए एक कोशिका होती है और बिना छिद्र के स्तम्भों के लिए एक 'अस्वीकृत' कोशिका होती है। ऋणात्मक तथा वर्णक्रम अतिछिद्रों के लिए प्रत्येक स्तम्भ पर दोहरी छँटाई आवश्यक होती है। मानचित्रों

---

1. 38–स्तंभ वाले हॉलरिथ-कार्ड तथा 65–स्तंभ वाले पावर्स-सामास-कार्ड भी होते हैं। बाद वालों का उपयोग ग्रेटब्रिटेन की 1951 की जनगणना में किया गया था।
2. R. G. Barry, 'The Punched Card and its Application in Geographical Research', *Erdkunde, Band XV*, पृ० 140-2 (बॉन, 1961)।

पर आलेखित करने के लिए आँकड़ों को संवर्गों में संगठित करने में द्रुत छँटाई विशेष उपयोगी हो सकती है। इसके अतिरिक्त दो या अधिक कारक एक साथ रहते हैं या सम्बन्धित हैं, इसका शीघ्रता से परिकलन सम्भव हो जाता है, क्योंकि छँटाई की गति लगभग 500 कार्ड प्रति मिनट होती है और कार्डों की गिनती स्वचालित होती है। फिर परिणामों को कागज पर छाप सकते हैं और छाँटे हुए कार्डों को एक टेबूलेटर में रख कर योग ज्ञात किये जा सकते हैं। फलस्वरूप, यदि उपयुक्त सांख्यिकीय विधियों को काम में लायें तो आँकड़ों के बहुत बड़े समूहों के अन्तर्सम्बन्धों को शीघ्रता से ज्ञात किया जा सकता है।

द्रुत परिकलन करने के लिए ही नहीं, बल्कि नई प्रविधियों को प्रस्तुत करने के लिये भी इलेक्ट्रॉनिक परिकलन यन्त्र निस्सन्देह अन्तिम यंत्र है। आँकड़ों और अनुदेशों ('प्रोग्राम' 'programme) को परिकलन यंत्र में छिद्रित कार्ड या कागज़ के फ़ीते या चुम्बकीय फ़ीते के द्वारा भरते हैं। पहिले के परिकलन यन्त्रों की तुलना में नवीनतम परिकलन यन्त्रों का पूर्व योजन करना सरल है, अतः इस सम्भावना की उपेक्षा नहीं की जा सकती कि इसका उपयोग विशेषकर सीधी पुनरावृत्तिपूर्ण क्रियाओं के लिए हो सकता है। अनेक अनुसंधानकर्ता अब मानचित्रों को संग्रह तथा आलेखित करने में परिकलन यन्त्रों के उपयोग की सम्भावना की खोज कर रहे हैं। निस्संदेह, इन प्रविधियों की विभवताएँ लगभग असीम हैं।[1]

आँकड़ों का सांख्यिकीय विवेचन (Treatment)

इज़ाया बोमैन[2] ने बहुत वर्ष पहले कहा था कि "भौगोलिक विचार में माप सम्मिलित होती है" और मात्रात्मक आँकड़ों के सांख्यिकीय विश्लेषण से ऐसी सूचना की व्याख्या में बहुत सहायता मिलती है। इस पुस्तक के प्रारम्भिक अध्यायों में विशेष प्रकार के आँकड़ों के लिए कुछ सांख्यिकीय सूत्रों तथा विधियों की रूपरेखा दी गयी है। सुविधापूर्ण सन्दर्भ के लिये यहाँ पर उन विविध तरीकों की समीक्षा की गयी है जिनसे भौगोलिक सूचनाओं का उनके मानचित्रण से पूर्व तथा उसके अनुबंध (adjunct) के रूप में संग्रह तथा विवेचन करते हैं।

वारंवारता वितरण

तापमान, शिखर-तल ऊँचाइयाँ या जनसंख्या के घनत्व के विभिन्न मानों के घटित होने की संख्या को एक वारंवारता वितरण ग्राफ़ के द्वारा सरलता पूर्वक दिखलाया जा सकता है। क्षैतिज अक्ष (भुज) पर चर के आकार की परिसर को तथा ऊर्ध्वाधर

1. उदाहरण के लिए देखिए : W. R. Trobler, 'Automation and Cartography', *Geographical Review*, अंक 49, पृ० 526-34 (न्यू यार्क, 1959); J. P. Latham, 'Analysing Patterns of Distribution by Manual and Electronic Methods', *Abstracts of Papers, International Geographical Congress*, पृ० 168 (नॉरडेन, 1960)।
2. I. Bowman, '*Geography in Relation to the Social Sciences*', Part V, Report of the Commission on the Social Studies to the American Historical Association, पृ० 1 (न्यू यार्क, 1934)।

अक्ष (कोटि) पर चर के प्रत्येक मान की वास्तविक या प्रतिशत वारंवारता को दिखलाया जाता है। भुज पर असतत चर को, जैसे कि नगरों की जनसंख्या, या प्रति मास वर्षा के दिनों की संख्या को, दिखला सकते हैं। अथवा, एक संतत चर को जैसे कि भूमि का क्षेत्रफल, या तापमान को दिखला सकते हैं।

प्राय: चर के मानों को वर्गों में बाँट देते हैं। वर्गों की कितनी संख्या चुनी जाय, यह उपलब्ध प्रेक्षणों की संख्या पर निर्भर करता है, वर्गों की संख्या को प्रक्षणों की संख्या के लघुगणक के पाँच गुने से अधिक बड़ा नहीं होना चाहिए। अत: एक सौ प्रेक्षणों के लिए वर्गों की अधिकतम संख्या दस होगी तथा पाँच सौ के लिए तेरह होगी। सामान्यत: यह अच्छा होता है कि वर्गों को समान आकार का रखा जाय, यद्यपि सदैव ऐसा करना संभव नहीं हो सकता। वास्तव में अनेक प्रकार की सूचना के लिए वर्गों के अन्तरालों का क्रम ज्यामितीय (अर्थात् 1, 2, 4, 8, 16...) होता है जो कि मूल आँकड़ों की प्रकृति के कारण होता है। मैके[1] ने एटलस के मानचित्रों के वर्ग अन्तरालों के संदर्भ में अंक गणितीय (अर्थात् 2, 4, 6, 8, 10...) तथा ज्यामितीय अनुक्रमों के लिए वर्ग अन्तरालों की संख्या के सैद्धान्तिक मानों की और उनके आपेक्षिक आकारों की व्याख्या की है। मूल आँकड़ों के वर्ग अन्तरालों के ज्यामितीय अनुक्रम के लिए एक महत्वपूर्ण प्रक्रम यह होगा कि चर के मानों को लघुगणकों में परिवर्तित कर दिया जाय।[2]

चित्र 225 में एक आयतचित्र के द्वारा वाशिंगटन, डी० सी० में 1946-55 के वर्षों के लिए जुलाई में घन्टेवार तापमानों का वारंवारता वितरण दिखलाया गया है। अथवा, विन्दुओं को सीधी रेखा के टुकडों से जोड़कर एक वारंवारता बहुभुज भी बनाया जा सकता है। यदि आँकड़े असतत इकाइयों के रूप में हों, जैसे कि फार्मों की संख्या या पाले की घटनाएँ होती हैं, अथवा वर्ग अधिक हों, तो स्तंभों को बनाना ही ठीक होगा। दूसरी ओर, यदि प्रेक्षणों की संख्या बड़ी है और वर्ग अन्तराल छोटे हैं तो बहुभुज एक निष्कोण वक्र जैसा बन जाता है। यह सांखियकीय समष्टि—अर्थात् सांत या अनंत सम्पूर्ण आँकड़ा श्रेणी—के वारंवारता वक्र के लगभग समान होता है।

संचयी वारंवारता

संचयी प्रतिशत वारंवारता ग्राफ़ बनाने के लिए वारंवारता मानों को उत्तरोत्तर एक दूसरे से जोड़ा जा सकता है, या उन्हें प्रतिशतों में बदला जा सकता है, यदि वे मूलत: इस रूप में न हों। इस प्रकार यदि S-रूपी वक्र प्राप्त हो तो उसको **तोरण** (ogive) कहते हैं। चित्र

1. J. R. Mackay, 'An Analysis of Isopleth and Choropleth Class Intervals', *Economic Geography,* अंक 31, पृ० 71-81 (वॉरसेस्टर, मैसा० 1955)

2. कण आकार की संचयी वारंवारताओं के साथ एक उदाहरण के लिए, R. W. Waters तथा R. H. Johnson, 'The Terraces of the Derbyshire Derwent', *East Midland Geogropher,* सं० 9, पृ० 3-15 (नॉटिंघम, 1958) देखिये।

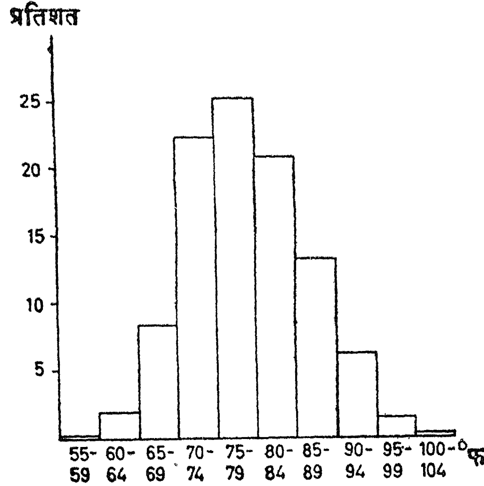
226 में इसका एक उदाहरण दिया गया है जिसमें चित्र 225 के आँकड़ों का उपयोग हुआ है। पी० आर० क्रोव[1] ने हिन्द महासागर में मानसून की शक्ति के अध्ययन में इस प्रकार के विश्लेषण की उपयोगिता का विवेचन किया है।

औसत

औसत या 'केन्द्रीय प्रवृत्ति' ('central tendency') का सब से प्रचलित माप **अंकगणितीय माध्य** (*arithmetic mean*) होता है। यह वह भागफल (quotient) है जो पृथक मानों को जोड़ कर संबन्धित घटनाओं की संख्या से भाग देने पर प्राप्त होता है अर्थात् :

$$\text{अंक गणितीय माध्य, } \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots x_n}{n} \quad \text{या} \quad \frac{\Sigma x}{n}$$

यदि संख्याएँ बहुत अधिक न हों तो माध्य का परिकलन शीघ्रता से हो जाता है, अन्यथा यह सुविधाजनक होता है कि प्रत्येक संख्या में से एक स्थिर संख्या घटा दी जाय और इसको आगे चल कर माध्य संख्या में जोड़ दिया जाय। यदि प्रत्येक मान के घठित होने की वारंवारता ज्ञात हो तो माध्य का परिकलन निम्न प्रकार से भी हो सकता है :



चित्र 225—वाशिंगटन, डी० सी०, में जुलाई के घन्टेवार तापमानों का आयत चित्र, 1946-55

J. N. Rayner, *Temperature and Wind Frequency Tables for North America and Greenland*, अंक 2, आर्कटिक मीटियोरालोजी रिसर्च ग्रुप। पब्लिकेशन इन मीटियोरालोजी, सं० 25 (मॉन्ट्रियाल, 1960) पर आधारित।

---

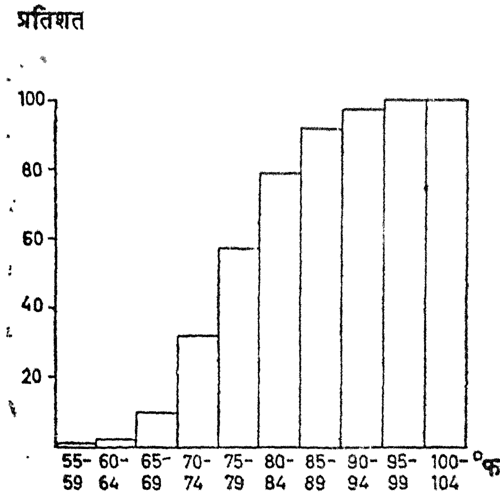
1. P. R. Crowe, 'The Seasonal Variation of the Strength of the Monsoons', *Indian Geographical Society, Silver Jubilee Souvenir*, पृ० 186-8 (मद्रास, 1952); और R.S. Waters तथा R. H. Johnson, *op. cit.* ((1958)।

$$\bar{x} = \frac{\Sigma fx}{\Sigma f}$$

$$= \frac{\Sigma fx}{n}$$

जब कि f प्रत्येक मान की वास्तविक वारंवारता है।

यदि केवल समूहबद्ध मानों की वारंवारता ज्ञात हो और वर्गों का आकार समान हो, तब भी माध्य का परिकलन हो सकता है। इस विधि को कुछ परिकल्पित आँकड़ों के संदर्भ में सारणी 1 में दिखलाया गया है। वितरण के लगभग मध्य में एक कल्पित माध्य, x_o लिया गया है ($x_o = 30.0$) और इस कल्पित माध्य से प्रत्येक वर्ग के विचलन का परिकलन, कोशिका (cell) अन्तराल (अर्थात् वर्गों के आकार), c, की इकाइयो में किया गया है।



चित्र 226—वाशिंगटन, डी० सी०, में जुलाई के घन्टेवार तापमानों का संचयी प्रतिशत वारंवारता ग्राफ़, 1946-55

अंकगणितीय माध्य, $\bar{x} = x_o + c.\frac{\Sigma f.d}{\Sigma f}$

$$= 30.0 + \frac{3 \times 13}{48}$$

$$= 30.0 + 0.81$$

$$= 30.81$$

माध्य सदैव ही 'औसत' का सबसे अच्छा प्रतिनिधित्व नहीं करता, विशेषकर जब कि आँकड़ों में ऐसे चरम मान हों जो परिकलित माध्य को अनुचित रूप से प्रभावित करें। कभी-कभी यह अधिक अच्छा होता है कि माध्यक (median) या बहुलक (modal) मान

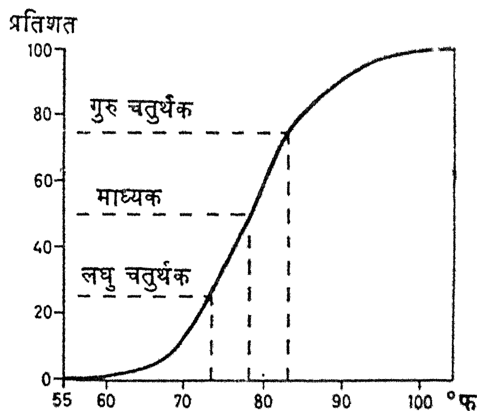
माध्यक वह मान है जिसके ऊपर तथा नीचे प्रत्येक ओर मानों की मापनी में घटनाओं की आधी-आधी संख्या होती हैं। फलस्वरूप यह केन्द्रीय मान सामान्यत: केन्द्रीय प्रवृत्ति का एक अच्छा मान होता है। यदि वर्गों की संख्या बहुत बड़ी न हो तो इसे संचयी वारंबारता ग्राफ़ से शीघ्र ही ज्ञात किया जा सकता है (चित्र 227), अन्यथा इसका परिकलन कुछ परिश्रमपूर्ण होता है। तोरण का उपयोग **गुरु तथा लघु चतुर्थकों** (upper and lower quartiles) को निकालने के लिए भी किया जा सकता है, जो कि माध्यक तथा ऊपरी एवं निचली पराकाष्ठाओं के मध्य-विन्दु होते हैं। इन मानों को प्राय: वर्षण मानों के ऋतु सम्बन्धी लय को दिखलाने के लिए, मासिक परिक्षेपण ग्राफ़ों के साथ उपयोग में लाया जाता है (देखिये पृ० 226)।

सारणी 1

वर्ग सीमाएँ	वर्ग मध्य-चिह्न	वारंवारता (f)	काल्पनिक माध्य, x_0, से मध्य-चिह्नों का विचलन, कोशिका अन्तरालों की इकाइयों में (d)	वर्ग का कुल विचलन (f × d)
19.5 – 22.5	21	2	– 3	– 6
22.5 – 25.5	24	5	– 2	– 10
25.5 – 28 5	27	10	– 1	– 10
28.5 – 31.5	30	10	0	0
31.5 – 34.5	33	9	1	9
34.5 – 37.5	36	7	2	14
37 5 – 40.5	39	4	3	12
40.5 – 43.5	42	1	4	4
		48		13

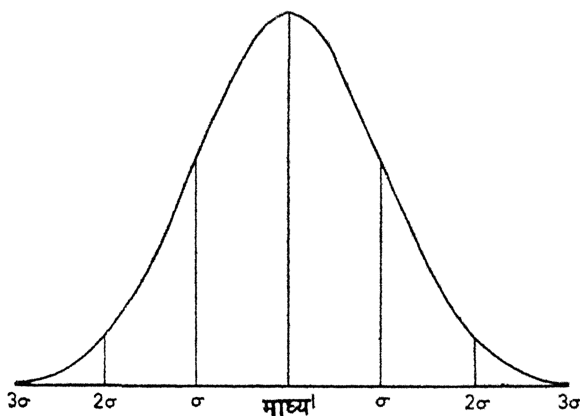
बहुलक मान या मोड (mode) वह मान है जो सबसे अधिक बार पाया जाता है। जब मदों की वास्तविक संख्याएँ उपस्थित हों (अर्थात् असतत श्रेणी हो), तब सबसे प्रारूपिक संख्या को बतलाने के लिए यह उपयोगी होता है। तड़ित झंझा, या कुहरा, या हिमपाती दिनों के घटित होने की औसत संख्या को मोड मान सर्वाधिक यथार्थता के साथ दर्शाता है और सबसे अधिक वारंवारी (नियतवाही) पवन की दिशा को व्यक्त करने के लिए भी यह एक सुविधाजनक मान है। तथापि, वितरण के एक से अधिक मोड हो सकते हैं, और इस औसत की उपयोगिता कम रह जाती है, क्योंकि माध्य तथा माध्यक के विपरीत इसे और आगे के गणितीय परिकलनों के काम में नहीं लाया जा सकता।

'प्रसामान्य' ('Normal') या **गासियन** (Gaussian) **वितरण** में माध्य, माध्यक तथा मोड परस्पर सम्पाती होते हैं। यह एक गणित द्वारा प्राप्त वारंवारता वितरण होता है जिसमें मध्य मान के दोनों ओर पूर्ण सममिति (symmetry) होती है (चित्र 228)।



चित्र 227—माध्यक तथा चतुर्थक मानों को दिखलाने वाला तोरण (ogive)

इस सैद्धान्तिक वक्र के मान का विकास नीचे किया गया है। अनेक वारम्बारता वक्र प्रसामान्य वितरण की सममिति से भिन्न होते हैं और उसमें **वैषम्य** (Skewness) का होना बतलाया जाता है। किसी वक्र में **धनात्मक** वैषम्य होता है, यदि माध्य मोड से बड़ा हो और यदि



चित्र 228—एक 'प्रसामान्य' या 'गासियन' वारंवारता वितरण

मोड माध्य से बड़ा हो तो **ऋणात्मक** वैषम्य होता है। ड्लुथ में जनवरी में घन्टेवार तापमान की बारम्बारता से ऋणात्मक वैषम्य का उदाहरण मिलता है (चित्र 229), जिसमें अत्यन्त न्यून तापमान मिल सकते हैं और एल पासो में जुलाई के तापमान में धनात्मक वैषम्य का उदाहरण मिलता है (चित्र 230)। यदि वैषम्य अत्यधिक न हो तो निम्नलिखित सम्बन्ध उपस्थित होता है :

मोड (mode) = **माध्य - 3 (माध्य – माध्यक) लगभग ।**

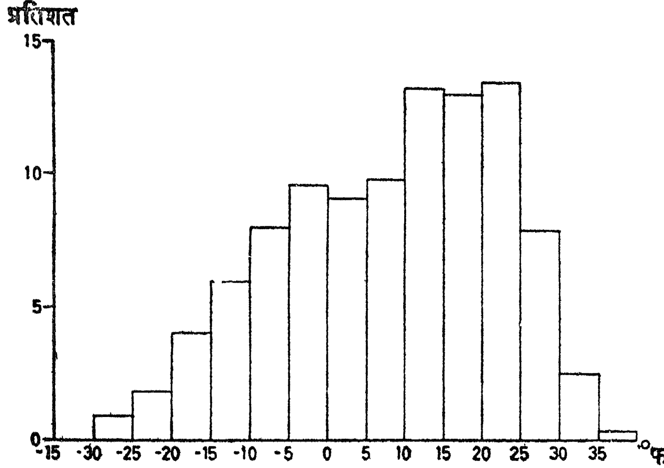
वैषम्य के अनेक माप होते हैं ।[1] एक इस प्रकार है :

$$\text{वैषम्य} = \frac{3(\text{माध्य} - \text{माध्यक})}{\text{मानक विचलन}}$$ **जो कि – 3 से +3 तक परिसरित होता है**

$$\text{और दूसरा} = \frac{(Q_1 + Q_2 - 2 \times \text{माध्यक})}{(Q_1 - Q_2)},$$ **जो कि –1 से +1 तक परिसरित होता है**

जब कि Q_1 तथा Q_2 क्रमशः गुरु तथा लघु चतुर्थकों को बतलाते हैं ।

केन्द्रीय प्रवृत्ति की संकल्पना क्षेत्रीय वितरणों में भी प्रयुक्त हो सकती है । जनसंख्या के तथा कृषि एवं निर्मित वस्तुओं की उपज के वितरणों के माध्य तथा माध्यक विन्दु दोनों को स्वायटलाव्सकी तथा एल्स ने कई देशों के एक अध्ययन में दिखलाया है ।[2] समय की किसी अवधि में वितरण के परिवर्तनों के परीक्षण के लिए माध्य विन्दु बहुत उपयुक्त होता है । उदाहरण के लिए, मरफ़ी तथा स्पिटल ने अपलेशियन कोयला-क्षेत्र में 1869-1939 में उत्खनन के परिवर्तनशील प्रादेशिक महत्व को माध्य विन्दु की दशकीय स्थितियों को

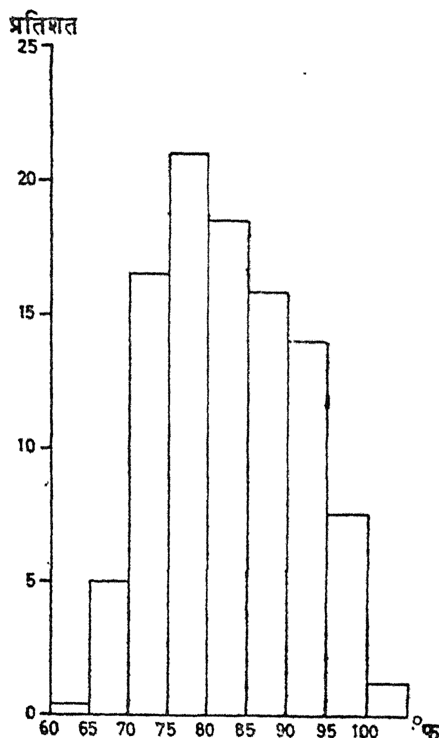


चित्र 229—डुलुथ में जनवरी के घन्टेवार ताप मानों की बारंबारता
J. N. Rayner, *op. cit.* (1960) पर आधारित ।

---

1. उदाहरण के लिए, G. U. Yule तथा M. G Kendall, *An Introduction to the Theory of Statistics,* (लन्दन, चौदहवाँ संस्करण, 1950) देखिये ।
2. E. E. Sviatlovsky तथा W. C. Ells, 'The Centrographic Method and Regional Analysis', *Geographical Review,* अंक 27, पृ० 240-54 (न्यू यार्क, 1937) ।

आलेखित करके समझाया है।[1] तथापि, दक्षिण-पूर्वी संयुक्त राज्य में 1924 44 में कपास क्षेत्र के केन्द्रों को दिखलाने के लिए माध्यक विन्दु का उपयोग किया गया है, क्योंकि यदि संख्याओं की मापनी में पराकाष्ठाएँ उपस्थित हैं तो यह सब से अधिक स्थिर केन्द्रीय मान समझा जाता है।[2] किसी एक क्षेत्र में विभिन्न लक्षणों के समकालीन वितरणों की तुलना के लिए माध्यक संभवत: सबसे संतोषजनक विन्दु है। हार्ट ने यू० एस० ए० में ज्यार्जिया में जनसंख्या के वितरण के मानचित्रात्मक प्रदर्शन के साथ विभिन्न केन्द्रीय विन्दुओं के परिकलन का एक उपयोगी विवेचन दिया है।[3]



चित्र 230—एल पासो में जुलाई के घन्टेवार तापमानों की वारंवारता
J. N. Rayner, *op cit.* (1960) पर आधारित।

1. R. E. Murphy तथा H. E. Spittal, 'Movements of the Center of Calmining in the Appalachian Plateaus', *Geographical Review*, अंक 35, पृ० 624-33 (न्यू यार्क, 1945)।
2. M. Prunty, Jr., 'Recent Quantitative Changes in the Cotton Regions of the South-eastern States', *Economic Geography*, अंक 27, पृ० 189-208, चित्र 9 (वॉरसेस्टर मैसा०, 1951)।
3. J. F. Hart. 'Central Tendency in Areal Distributions', *Economic Geography*, अंक 30, पृ० 48-59 (वॉरसेस्टर, 1954)।

किसी क्षेत्रीय मोड का परिकलन नहीं किया जा सकता, क्योंकि क्षेत्रीय वितरण प्रायः द्वि-मोड (bi-modal) या बहु-मोड (multi-modal) होते हैं, किन्तु हार्ट ने ज्यार्जिया की जनसंख्या के लिए **न्यूनतम समस्त यात्रा** (*minimum aggregate travel*) का विन्दु निर्धारित किया है। यह एक ऐसा विन्दु है जिस पर सभी मदों के लिए एक सीधी रेखा में न्यूनतम कुल यात्रा के द्वारा वितरण के सभी मदों से पहुँचा जाता है। सैद्धान्तिक रूप से यह विन्दु प्रादेशिक केन्द्र के लिए एक अनुकूलतम स्थिति दर्शाता है।

परिवर्तिता

औसत के ज्ञान के साथ-साथ यह भी वांछनीय है कि औसत के आस-पास मानों के प्रकीर्णन को दिखलाया जा सके। माध्यक, चतुर्थक तथा दशमक विन्दुओं वाले परिक्षेपण ग्राफ़ औसत से अन्तरों (या **विचलनों**) को आलेखी रूप में व्यक्त करते हैं, किन्तु संख्यात्मक मानों की भी आवश्यकता होती है।

परिवर्तिता का सब से सरल माप वह है जो न्यूनतम तथा उच्चतम मानों के बीच के परिसर को व्यक्त करता है, किन्तु अधिकांश कार्यों के लिए यह अपर्याप्त सूचना देता है।

अन्तश्चतुर्थक विचलन—प्रकीर्णन का एक अन्य माप है जिसका उपयोग माध्यक के साथ किया जाता है किन्तु यह भी कुछ अपरिष्कृत ही है।

माध्यक से विचलन की माध्य-प्रत्याशा को निम्न प्रकार से व्यक्त करते हैं :

$$\frac{Q_1 - Q_2}{2}$$

जब कि Q_1 तथा Q_2 क्रमशः गुरु तथा लघु-चतुर्थक हैं। गुरु तथा लघु-दशमकों (उच्चतम तथा न्यूनतम 10 प्रतिशत) के बीच का परिसर भी उपयोगी हो सकता है।

माध्य विचलन

यह माध्य से मानों का औसत विचलन है जिसमें चिन्ह पर ध्यान नहीं दिया जाता।

$$\text{माध्य विचलन} = \frac{\Sigma\,|\,x - \bar{x}\,|}{n}$$

जब कि | | प्रतीक, जिसे मापांक (*modulus*) कहते हैं, यह दर्शाता हैं कि विचलन के चिन्ह पर ध्यान नहीं दिया जाता। माध्य विचलन का परिकलन सरलता से किया जा सकता है और इसे वास्तव में आर्थिक तथा अन्य सांख्यिकी में सामान्यतः प्रयोग करते हैं। फिर भी, इसमें यह दोष है कि माध्य विचलन का और आगे सांख्यिकीय सूत्रों में उपयोग नहीं किया जा सकता। यह दोष मानक विचलन में नहीं पाया जाता, जिसका परिकलन कुछ अधिक श्रमपूर्ण होता है।

मानक विचलन

यह विचलनों के वर्गों के योग को मदों की संख्या से भाग देकर प्राप्त भागफल का वर्गमूल होता है।

मानक विचलन, $\sigma = \sqrt{\left(\frac{\Sigma (x-\bar{x})^2}{n}\right)}$

इसका एक वैकल्पिक रूप यह है :

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{\Sigma x^2}{n} - \bar{x}^2\right)}$$

बिना वर्गमूल चिह्न के इस व्यंजक को **प्रसरण** (*variance*) कहते हैं।[1]

σ चिह्न समष्टि के मानक विचलन को दर्शाता है, जब कि किसी एक प्रतिदर्श के मानक विचलन के लिए प्रायः s का उपयोग किया जाता है। आम तौर से हमारे सम्मुख समष्टि का एक प्रतिदर्श ही होता है, जिस दशा में यथार्थ मानक विचलन का एक **'सर्वोत्तम आकलन'** ('best estimate'), $\hat{\sigma}$ निम्नलिखित सूत्र से प्राप्त होता है :

$$\hat{\sigma} = s\sqrt{\frac{n}{n-1}}$$

$$\text{अतः } \hat{\sigma} = \sqrt{\left(\frac{\Sigma (x-\bar{x}_s)^2}{(n-1)}\right)}$$

जब कि $\bar{x}_s$ का तात्पर्य प्रतिदर्श माध्य से होता है।

मानक विचलन का एक लगभग ठीक व्यंजक, जो कि अधिक शीघ्रता से हल हो सकता है, और जो अधिकांश व्यावहारिक कार्यों के लिए पर्याप्त परिशुद्धता से प्रयुक्त होता है, इस प्रकार है :

$$\sigma = c\sqrt{\left\{\frac{\Sigma f.d^2}{\Sigma f} - \left(\frac{\Sigma f.d}{\Sigma f}\right)^2\right\}}$$

इस सूत्र के उपयोग की विधि सारणी 2 में दिये गये उदाहरण से दिखलायी गयी है।

इस लघु विधि से ज्ञात किया हुआ मानक विचलन का मान सामान्यतः यथार्थ मान से बड़ा होता है। अतः परिशुद्धता के लिए, इसके परिणाम में थोड़ा सा संशोधन करना पड़ता है।[2] संशोधन की मात्रा इस पर निर्भर करती है कि आँकड़े एक संतत चर को दर्शाते हैं या एक असतत चर को। संतत चर होने पर, $-0{\cdot}083\ c^2$ का उपयोग होता है, जिसमें c कोशिका-अन्तराल {अर्थात् वर्ग (class) का आकार} व्यक्त करता है। असतत चर के लिए जो संशोधन किया जाता है वह $-\frac{1}{12}(c^2-1)$ है। दूसरे सूत्र से परिकलन करने पर संशोधन की मात्रा कितनी होगी, यह **सारणी** 3 में समझाया गया है।

---

1. J. C. Weaver ने 'Crop Combination Regions of the Middle West', *Geographical Review*, अंक 44, पृ० 175-200 (न्यू यार्क, 1954) में विभिन्न फसलों के अन्तर्गत काउन्टी क्षेत्रफलों की प्रतिशत संख्याओं की आपेक्षिक कोटि (rank) को निर्धारित करने में प्रसरण (variance) व्यंजक (expression) के उपयोग का एक उदाहरण दिया है।
2. यह समूहों (classes) के अन्दर यथार्थ मानों के वितरण से उत्पन्न होता है। मानक सांख्यिकीय पाठ्यों में और भी पूर्ण विस्तार मिल सकता है।

समर ने उत्तरी अमरीका में माध्य मासिक तापमानों के लिए मानक विचलन के उपयोग को एक मानचित्रात्मक तरीके से समझाया है।[1]

सारणी 2

मानक विचलन के परिकलन की लघु विधि

वर्ग सीमाएँ	वर्ग मध्यांक	वारंवारता (f)	कल्पित माध्य, x_0, से माध्यकोंका विचलन, कोशिका अन्तरालों की इकाइयों में (d)	वर्ग का कुल विचलन (fxd)	$(fxd)^2$
19.5 – 22.5	21	2	–3	– 6	18
22.5 – 25.5	24	5	–2	–10	20
25.5 – 28.5	27	10	–1	–10	10
28.5 – 31.5	30	10	0	0	0
31.5 – 34.5	33	9	1	9	9
34.5 – 37.5	36	7	2	14	28
37.5 – 40.5	39	4	3	12	36
40.5 – 43.5	42	1	4	4	16
	48			13	137

$$\sigma = 3\sqrt{\left\{\left(\frac{137}{48}\right) - \left(\frac{13^2}{48}\right)\right\}}$$
$$= 3\sqrt{2.77}$$
$$= 5.0$$

सारणी 3

असतत चर के मानक विचलन का संशोधन समूहबद्ध वारंवारता विधि से परिकलित

कोशिका अन्तराल	= 1	2	3	4	5
संशोधन	= 0	–0.25	–0.67	–1.25	–2.00

तथापि, यह ध्यान रखना चाहिये कि मानक विचलन के मानों की तुलना तब तक नहीं हो सकती जब तक कि दो प्रतिदर्शों के माध्य लगभग समान न हों। तुलनाएँ तभी

1. A. R. Summer, 'Standard Deviation of Mean Monthty Temperatures in Anglo-America', *Geographical Review*, अंक 43, पृ० 50-9 (न्यू यार्क, 1953)।

सम्भव होती हैं जब विचलन को माध्य के प्रतिशत में बदल दिया जाता है। जब मानक विचलन का उपयोग किया जाता है तब इसे विचरण गुणांक (*Coefficient of Variation*) (CV) कहते हैं जिसका परिकलन निम्न प्रकार से होता है :

$$C\,V\,(\%) = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$$

इस गुणांक का जलवायु सम्बन्धी विश्लेषणों में उपयोग होता है, विशेषकर वर्षा के अध्ययनों में। इस दशा में इसकी वैधता संदिग्ध होती है, क्योंकि वर्षा का बारंबारता वितरण एक ओर शून्य से सीमांकित होता है और इस प्रकार से जैसे-जैसे माध्य वर्षा शून्य के निकट पहुँचती है, वैसे-वैसे गुणांक की प्रवृत्ति असंख्य की ओर पहुँचने की होती है।[1] संयुक्त राज्य के शहरों में, गृहों की गुणता (housing quality) की विभिन्नता के एक अध्ययन में गुणांक के उपयोग का उदाहरण एक हाल के लेख[2] में मिलता है। उपर्युक्त से मिलते-जुलते व्यंजकों का परिकलन अन्तर्चतुर्थक तथा माध्य विचलनों पर भी आधारित हो सकता है (पृ० 190 भी देखिये)।[3]

कुछ प्रकरणों में परिवर्तिता के विशेष मापों की युक्ति करने की आवश्यकता पड़ सकती है। ए० गेडिस[4] (पृ० 332 भी देखिये) ने 1881 से 1931 तक की अवधि के लिए भारत के दशकीय जनगणना आँकड़ों के उपयोग के लिए एक प्रविधि विकसित की है। पहिली तथा अन्तिम तिथियों से होते हुए एक निष्कोपित चरघातांकीय (exponential) {घात-श्रेणी (power series)} वक्र बना कर, और सैद्धान्तिक मानों की तुलना 1891, 1901, 1911 तथा 1921 की जनगणनाओं की प्रतिवेदित संख्याओं से कर के एक परिवर्तिता सूचक ज्ञात किया गया है। विचलनों को जोड़ कर पाँच से भाग दिया गया है, जिससे कि सन्दर्भित अवधि के लिए माध्य विचलन ज्ञात हो सके। यद्यपि दशक मान चार ही हैं

---

1. V. Conrad ने 'The Variability of Precitpiation', *Monthly Weather Review*, अंक 69, पृ० 5-11 (वाशिंगटन, डी० सी०, 1941) में इस समस्या पर विजय पाने का एक आनुभविक प्रयास किया गया है।
2. R. J. Fuchs, 'Intra-urban Variation of Residential Quality', *Economic Geography*, अंक 36, पृ० 315-25 (वॉरसेस्टर, मैसा० 1960)।
3. उदाहरण के लिए, S. Gregory, 'Some Aspects of the Variability o, Annual Rainfall over the British Isles, for the Standard Periop 1901-30', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Societ*yf अंक 81, पृ० 257- 62 (लन्दन, 1955) देखिये।
4. A. Geddes 'Half a Century of Population Trends in India : 'A Regional Study of Net Change and Variability', 1881-1931', *Geographical Journal*, अंक 98, पृ० 228-53 (लन्दन, 1941); तथा 'Variability in Change of Population in the United States and Canada, 1900-1951', *Geographical Review*, अंक 44, पृ० 88-100 (न्यूयार्क 1954)।

लेकिन भाजक पाँच हैं, क्योंकि किनारे के विचलनों को शून्य रखते हैं और फलस्वरूप आसन्न विचलन सम्भवतः बढ़ जाते हैं।

एक माध्य विन्दु के आस-पास परिक्षेपण की संकल्पना को क्षेत्रीय वितरणों में प्रयोग कर सकते हैं और इस प्रकार पृष्ठ 439 पर दी गयी केन्द्रालेखन से सम्बन्धित विधियों का विस्तार हो सकता है। आर० बैची[1] ने यह दिखलाया है कि जिस वितरण का अध्ययन किया जा रहा हो उसके अक्षांश तथा देशांतर बारंबारता वर्गों का, एक माध्य केन्द्र निश्चित करने में उपयोग कर सकते हैं, जिसके निर्देशांक (coordinates), $\bar{x}$ $\bar{y}$ निम्न प्रकार के होते हैं

$$\bar{x} = \frac{\Sigma f_a x_a}{\Sigma f_a} \quad \text{तथा} \quad \bar{y} = \frac{\Sigma f_a x_a}{\Sigma f_a}$$

और एक 'मानक दूरी' d, लेते हुए, जो कि माध्य केन्द्र से पृथक विन्दुओं के बीच की दूरी के वर्गों के औसत का वर्गमूल है,

$$d = \sqrt{\left\{ \frac{\Sigma f_a (x_a - \bar{x})^2}{n} + \Sigma \frac{f_a (y_9 - \bar{y})^2}{n} \right\}}$$

यह प्रविधि विभिन्न वितरणों की तुलना के लिए उपयोगी है।

प्रायिकता (Probability)

प्रायिकता की सामान्य संकल्पना से हम काफ़ी परिचित है। यह सभी जानते है कि किसी उछाले गये सिक्के के 'चित' गिरने की 'समान सम्भावना' (अर्थात् 50 प्रतिशत या 0.5 प्रायिकता) होती है। प्रायिकता-मापनी की दो पराकाष्ठाएँ है: परम असम्भावना (0 प्रतिशत या 0.0) तथा परम निश्चितता (100 प्रतिशत या 1.0)

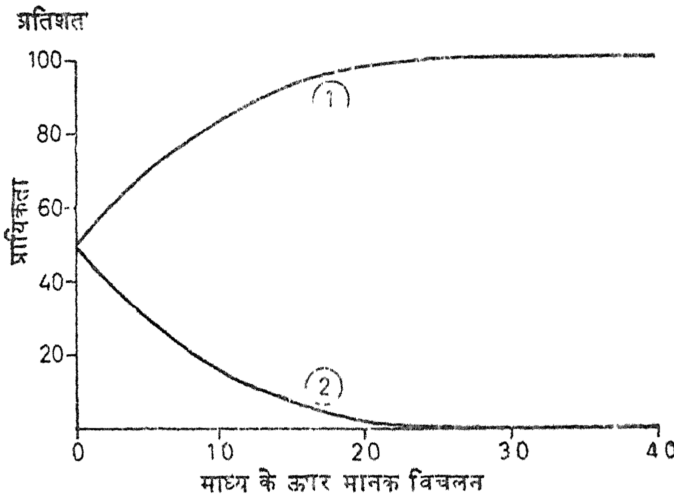
और अधिक परिशुद्धता से कहें तो, किसी घटना के होने की प्रायिकता का मानांकन उस घटना के होने की संख्या को उसके प्रयासों (trials) या प्रकरणों की कुल संख्या से भाग देकर किया जाता है। यदि एक घटना का होना एक अन्य घटना के होने से पृथक होता है तो प्रायिकताओं को जोड़ दिया जाता है। इसका सबसे सरल उदाहरण यह है कि एक उछाले गये सिक्के का चित या पट गिरना एक दूसरे से पृथक घटनाएँ होती हैं। कुल प्रायिकता में, जो·1.0 होती है, दोनों सम्भावनाएँ 0.5 तथा 0.5 सम्मिलित होती है। दूसरे शब्दों में हमारा सम्बन्ध हाँ/नहीं की समस्याओं से या होने और न होने के प्रकरणों से होता है। तथापि, जब समक्षणिक या सम्बन्धित घटनाएँ विचाराधीन हों तो प्रायिकताओं को परस्पर गुणा किया जाता है। उदाहरण के लिए, उछाले हुए दो सिक्कों के चित गिरने

---

1. R. Bachi, 'Statistical Analysis of Geographical Series', *Bulletin de l' Institut International de Statistique*, 2 री सिरीज़, अंक 36, पृ० 229-40 (स्टाक होम, 1958)। O. D. Duncan, R. P. Cuzzort तथा B. Duncan, *Statistical Geography : Problems in Analysing Areal Data* (इलिन्वाय, 1961) में क्षेत्रीय विश्लेषण की विधियों का सारांश दिया गया है।

की प्रायिकता 0.5 × 0.5 = 0.25 है तथा उछाले हुए तीन सिक्कों के सभी चित गिरने की प्रायिकता 0.125 होती है।[1]

प्रसामान्य वितरण का एक अच्छा गुण यह है कि यह किसी मान के घटित होने की प्रायिकता को उल्लिखित करता है। अतः वितरण का 68.26 प्रतिशत माध्य के $\pm\sigma$ के बीच में होता है, 95.45 प्रतिशत $\pm 2\sigma$ के बीच में तथा 99.73 प्रतिशत माध्य के $\pm 3\sigma$ के बीच में होता है। किसी मान की बारंबारता, माध्य के ऊपर या नीचे मानक विचलनों की एक दी गयी संख्या से अधिक या कम होने की प्रायिकता भी ज्ञात की जा सकती है। ऐसे सम्बन्ध को चित्र 231 में दिखलाया गया है। परिशुद्ध मानों को मानक



चित्र 231—एक 'प्रसामान्य' वितरण के लिए माध्य से एक दिशा में विचलनों के प्रायिकता मान

रेखा 1 यह प्रायिकता दिखलाती है कि कोई मान माध्य के ऊपर मानक विचलनों की संगत संख्या से छोटा होगा। रेखा 2 यह प्रायिकता दिखलाती है कि कोई मान माध्य के ऊपर मानक विचलनों की संगत संख्या से बड़ा होगा।

सांख्यिकीय सारणियों में देखा जा सकता है। विशेष महत्व की बात यह है कि ये प्रायिकताएँ एक **लगभग प्रसामान्य** वितरण पर ही लागू होती हैं, यद्यपि मापनी को लघुगणकीय बनाने पर या मूल का कोई अन्य फलन लेने पर अनेक विषम वितरणों को 'प्रसामान्यीकृत' किया जा सकता है (एक **लगभग प्रसामान्य** वितरण में बदला जा सकता है)।[2]

---

1. ध्यान दीजिये कि प्रायिकताओं के गुणन में यह माना जाता है कि घटनाएँ एक दूसरे से स्वतन्त्र हैं।
2. उदाहरण के लिए, E. N. Thomas, 'Areal Associations between Population Growth and Selected Factors in the Chicago Urbanized Area', *Economic Geography*, अंक 36, पृ० 158-70 (वॉरसेस्टर, मैसा०, 1960) देखिये।

समय श्रेणी (Time Series)

भौगोलिक उपयोगिता के बहुत से आँकड़े कुछ वर्षों की अवधि के लिए मासिक या वार्षिक मानों के रूप में मिलते हैं। यह स्थिति जनसांख्यिकीय या जलवायु सम्बन्धी अभिलेखों में और कृषि या औद्योगिक उत्पादन के आँकड़ों में पायी जाती है। किन्हीं प्रवृत्तियों या चक्रों की उपस्थिति की सम्भावना का संकेत प्राप्त करने के लिए आँकड़ों की श्रेणी के निरीक्षण के लिए ऐसी सूचना को समय के फलन के रूप में आलेखित किया जा सकता है। एक सामान्य प्रचलन यह है कि पृथक मानों के कारण ग्राफ़ में उत्पन्न हुई विषमताओं को निष्कोषित करने के लिए गतिमान माध्यों या चालू माध्यों का परिकलन किया जाता हैं।[1] पंच-वर्षीय गतिमान औसतों को निम्न प्रकार से उत्तरोत्तर ज्ञात किया जा सकता है :

$$\bar{x}_{1-5} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5}$$, जो कि वर्ष 3 का मान है।

$$\bar{x}_{2-6} = \frac{x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6}{5}$$, जो कि वर्ष 4 का मान है।

गतिमान औसतों का परिकलन वर्षों की सम (even) संख्या के लिए भी किया जा सकता है, यद्यपि ऐसा करने में उत्तरोत्तर प्रेक्षणों के बीच में औसत मानों के विस्थापन को बचाने के लिए प्रक्रिया में एक अतिरिक्त कदम आवश्यक हो जाता है। इसके लिए आवश्यक व्यंजक इस प्रकार हैं :

एक केन्द्रित द्विवर्ष के लिए गतिमान औसत

वर्ष 2 के लिए $= \frac{x_1 + 2\,x_2 + x_3}{4}$

और वर्ष 3 के लिए $= \frac{x_2 + 2\,x_3 + x_4}{4}$

एक केन्द्रित चार-वर्ष के लिए गतिमान औसत

वर्ष 3 के लिए $= \frac{x_1 + 2\,x_2 + 2\,x_3 + 2\,x_4 \times + x_5}{8}$

और वर्ष 4 के लिए $= \frac{x_2 + 2\,x_3\ 2\,x_4 + 2\,x_5 + x_6}{8}$

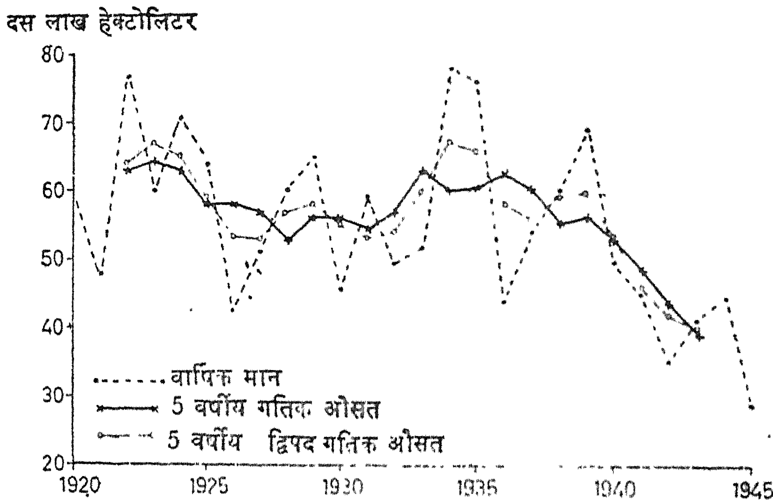
यदि उच्चावचन की अवधि विचारणीय न हो और केवल प्रवृत्ति ही देखनी हो तो केन्द्रण (centering) अनावश्यक होता है।

फ्रांस में 1920 – 45 के बीच में शराब के उत्पादन के आँकड़ों के विषय में पंच-वर्षीय औसतों का निष्कोषण प्रभाव दर्शाया गया है (चित्र 232)। तापमान तथा वर्षण के अभिलेखों में प्रवृत्तियों तथा जलवायु के उच्चावचन की खोज में इस प्रविधि का विस्तृत

---

1. पृ० 210 भी देखिये।

उपयोग होता है, यद्यपि इस विधि में कुछ सम्भव खतरे हैं। सामान्यतः, 'm' वर्षों का गतिमान औसत 'm' लम्बाई की आवर्तिताओं (periodicities) को बहुत कुछ दूर कर देता है, यद्यपि लेविस[1] ने कहा है कि परिकलित यादृच्छिक आँकड़ों के समुच्चयों को निष्कोपित करने के लिये जो गतिमान औसत काम में लाये जाते हैं उनमें विषम आवर्तिताएँ उत्पन्न करने की प्रवृत्ति होती है। ऐसी अवांछित विषमताओं को एक बड़े केन्द्रीय मान वाले निष्कोषण फलन



चित्र 232—फ्रांस में शराब उत्पादन के ग्राफ़, 1920-45 स्रोत : Annuaire Statistique de la France, 1961, Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (पेरिस, 1961)।

के उपयोग से घटाया या हटाया जा सकता है। उदाहरण के लिए चतुर्घात द्विपद (fourth power binomial) निष्कोषण फलन

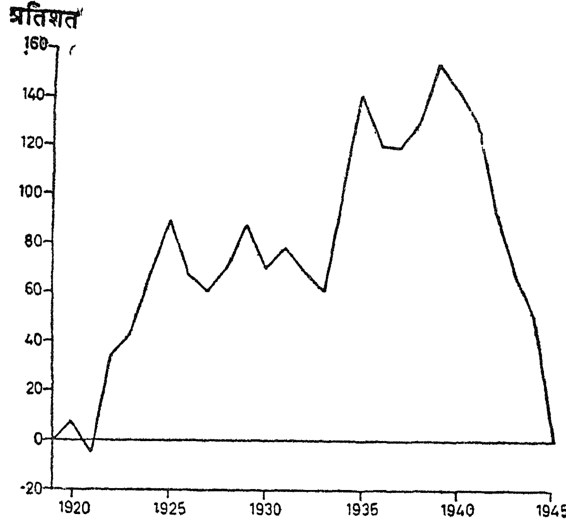
$$_{1-5} = \frac{x_1 + 4x_2 + 6x_3 + 4x_4 + x_5}{16}$$

एक साधारण अभारित पंचवर्षीय औसत से अधिक सन्तोषजनक सिद्ध हो सकता है। चित्र 232 यह दिखलाता है कि जिन विशेष आँकड़ों का उपयोग किया जा रहा है, उनके उच्चिष्ठ (maxima) तथा निम्निष्ठ (minima) अभारित औसत के साथ विस्थापित होते हैं, किन्तु भारित के साथ नहीं होते।

समय श्रेणी के अध्ययन का एक वैकल्पिक साधन यह है कि दी गयी अवधि में माध्य मान से विचलनों या **संचयी अवशेषों** का परिकलन किया जाय। इस विधि का जलविज्ञान

1. P. Lewis, 'The Use of Moving Averages in the Analysis of Time-Series', *Weather*, अंक 15, पृ० 121-6, (लन्दन, 1960)। इन विषम आवर्तिताओं (irregular periodicities) को स्लुट्स्की-यूल प्रभाव कहते हैं।

(hydrology) तथा जलवायु विज्ञान में विस्तृत उपयोग किया जाता है।[1] विचलनों को, जो कि यथार्थ या प्रतिशत मान हो सकते हैं, चिह्न का ध्यान रखते हुए जोड़ते हैं। शराब के उत्पादन के पिछले अभिलेखों का उपयोग करते हुए एक उदाहरण चित्र 233 में दिया गया है। इस बात पर बल देना आवश्यक है कि शिखरों तथा द्रोणियों के बजाय वक्र के नति-परिवर्तन (inflections) ही परिवर्तनों को सीमांकित करते है। अत: जब वृद्धि का प्रवृत्ति होती है तो वक्र ऊपर की ओर अवतल होता है तथा ह्रास की प्रवृत्ति में ऊपर की ओर उत्तल होता है।



चित्र 233—फ्रांस में शराब उत्पादन के प्रतिशत संचयी अवशेष, 1920-45
स्रोत : Annuaire Statistique de la France, 1961

आलेखी प्रदर्शन की दोनों विधियों की आलोचना की जा सकती है और आँकड़ों की अनेक श्रेणियों की जटिलता के कारण ग्राफ़ों की विश्वसनीय व्याख्या कदाचित सम्भव न हो। अधिक परिष्कृत प्रविधियाँ इस पुस्तक के विषय क्षेत्र के परे है, यद्यपि यह ध्यान देने योग्य

1. A. A. Barnes, 'Rainfall in England : the True Long-Average as Deduced from Symmetry', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, अंक 45, पृ० 209-27, (लन्दन, 1919); तथा E. B. Kraus, 'Graphs of Cumulative Residuals', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, अंक 82, पृ० 96-8 (लन्दन, 1956)। गतिमान माध्यों तथा संचयी अवशेषों के लिए, देखिए : F. G. Hannell, 'Climatic Fluctuations in Bristol', *British Association for the Advancement of Science*, अंक 12, पृ० 373-86 (लन्दन, 1956); तथा E. C. Barrett, 'Some Problems concerned with the Graphical Presentation of Climatic Data', *The Northern Universities Geographical Journal*, सं० 3, पृ० 16-22 (नॉटिंघम, 1962)।

है कि स्टुडेन्ट के 'टी' ('t') परीक्षण तथा 'एफ़' ('F') परीक्षणों में, जिनका विवेचन किया गया है, यह जाँच की जा सकती है कि एक आँकड़े की श्रेणी में, छोटी अवधियों के बीच में वास्तविक अन्तर है या नहीं ।[1]

सार्थकता (Significance) परीक्षण

दो माध्य मानों में, जैसे कि दो निकटवर्ती स्थानों पर औसत वार्षिक वर्षा है, अन्तर कभी-कभी संयोग से (अर्थात् एक यादृच्छिक अन्तर) ही हो सकता है। दूसरी ओर, एक यथार्थ अन्तर भी हो सकता है, और सांख्यिकीय परीक्षणों के द्वारा इस सम्भाव्यता की सम्भावना का मानांकन करना अत्यन्त उपयोगी होता है। सामान्यतः जो विधि अपनायी जाती है उसमें यह मान लिया जाता है कि दो माध्य मानों में एक दूसरे से कोई सार्थक अन्तर नहीं है और वे एक ही समष्टि से प्राप्त हुए हैं। दूसरे शब्दों में, माध्यों के बीच का अन्तर केवल संयोगवश ही है। इस प्रक्रम से एक निराकरणीय परिकल्पना (null hypothesis) उत्पन्न होती है जिसकी जाँच की जा सकती है। अन्तरों की जाँच के तरीके नीचे दिये गये हैं।

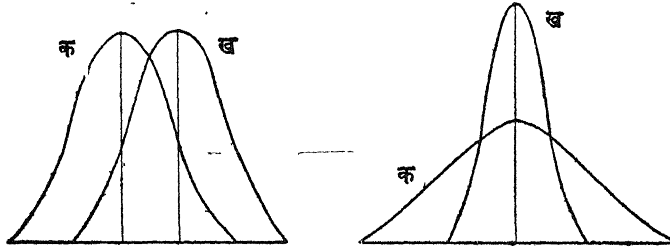
चित्र 233 उस प्रकार की परिकल्पना का स्पष्टीकरण करने में सहायक है जिसे परीक्षण के लिए अपनाया जा सकता है। प्रतिदर्श वितरणों में भिन्न माध्य मान तथा समान प्रसरण हो सकते हैं (चित्र 234 (i)), या विभिन्न प्रसरण किन्तु समान माध्य हो सकते हैं (चित्र 234 (ii))। ऊपर बतलायी गयी निराकरणीय परिकल्पना में यह माना जायेगा कि चित्र 234 (i) में दिखलाये गये माध्यों के बीच का अन्तर सार्थक नहीं है। तथापि, ऐसा सदैव नहीं माना जाता कि दोनों प्रतिदर्शों में प्रसरण तथा माध्य उभय है।

मानक त्रुटि की संकल्पना

अनेक भौगोलिक विश्लेषणों में उपलब्ध आँकड़े 'समष्टि' के स्थान पर प्रतिदर्शों के विषय में होते हैं। यदि आँकड़ों के एक अधिक बड़े समूह से लिये गये प्रतिदर्शों में से प्रत्येक के माध्य मान का परिकलन किया जाय तो यह देखा जाता है कि समूह के माध्य के आस-पास प्रतिदर्श माध्यों का वितरण एक प्रसामान्य वितरण जैसा होता है।

---

1. गतिमान माध्यों के साथ F परीक्षण के उपयोग को चित्र द्वारा समझाने (देखिये पृ० 453) के लिए, J. M. Craddook, 'A Simple Statistical Test for Use in the Study of Climatic Change', *Weather*, अंक 12, पृ० 252-8 (लन्दन, 1957) देखिये। जलवायु वैज्ञानिक समय श्रेणी का विस्तृत विवेचन निम्नलिखित में मिलता है : C. E. P. Brooks तथा N. Carruthers, *Handbook of Statistical Methods in Meteorology*, (एच० एम० एस० ओ०, लन्दन, 1953); V. Conrad तथा L. W. Pollock, '*Methods in Climatology*', (दूसरा संस्करण, कैमब्रिज, मैसा०, 1950), तथा H. A. Panofsky व G. W. Brier, *Some Applications of Statistics to Meteorology* (पेंसिलवेनिया स्टेट विश्वविद्यालय, 1958)।



चित्र 234—प्रतिदर्श वितरण

जैसे-जैसे प्रतिदर्शों की संख्या बढ़ायी जाती है, वैसे-वैसे प्रतिदर्श माध्यों के वितरण का केन्द्र पूरी श्रेणी के वास्तविक माध्यों के और अधिक निकट हो जाता है। समष्टि के मानक विचलन को प्रेक्षणों की संख्या के वर्गमूल से भाग देकर समष्टि माध्य तथा प्रतिदर्श माध्य के बीच का सैद्धान्तिक रूप से अपेक्षित अन्तर निम्न प्रकार से ज्ञात किया जा सकता है :

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

इस व्यंजक को प्रतिदर्श माध्य की मानक त्रुटि (Standard Error) कहते हैं। प्रायः समष्टि के मानक विचलन का आकलन करना होता है (देखिये पृ० 442) तथा मानक त्रुटि का सबसे अच्छा आकलन निम्न प्रकार से होता है :[1]

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n-1}} \quad ^1$$

प्रसरण, मानक विचलन तथा प्रसरण के गुणांक की मानक त्रुटियाँ भी निकाली जा सकती हैं किन्तु दो माध्य मानों की तुलना में इस संकल्पना का प्रयोग विशेष महत्व का होता है। दो प्रतिदर्श माध्य, $\bar{x}_a$ तथा $\bar{x}_b$, की तुलना क्रमशः उनकी मानक त्रुटि के परिकलन से की जा सकती है। यह मानते हुए कि x_a, x_b से बड़ा है, यदि $\bar{x}_a - 3\sigma_{\bar{x}_a}$, $\bar{x}_b + 3\hat{\sigma}_{\bar{x}b}$ से बड़ा हो, तो यह निश्चित है कि यदि बारंबारता वितरण लगभग प्रसामान्य हो तो प्रतिदर्श माध्यों में सार्थक अन्तर होगा। दूसरी ओर, यदि दोनों मानों का अन्तर $\left(3\hat{\sigma}_{\bar{x}a} + 3\hat{\sigma}_{\bar{x}b}\right)$ से कम है तो यह निश्चित नहीं होगा कि माध्यों की भिन्नता सार्थक है या नहीं।

1. इन व्यंजकों में यह माना जाता है कि प्रेक्षण परस्पर सहसम्बन्धित नहीं हैं, अर्थात् वे 'स्वतन्त्र' हैं।

इससे अधिक उपयोगी तरीका यह है कि माध्यों के बीच के अन्तर की मानक त्रुटि की तुलना माध्यों के बीच के वास्तविक अन्तर से की जाय। यह दिखलाया जा सकता है कि दो प्रतिदर्श माध्यों के अन्तर का प्रसरण उनके प्रसरणों के योग के बराबर होता है,[1] या

$$\text{Var.}\ (\bar{x}_a - \bar{x}_b) = \left(\frac{\sigma a^2}{n_a} + \frac{\sigma b^2}{n_b}\right)$$

अतः

$$\sigma\ (\bar{x}_a - \bar{x}_b) = \sqrt{\left(\frac{\sigma a^2}{n_a} + \frac{\sigma b^2}{n_b}\right)}$$

यदि प्रतिदर्श का आकार छोटा हो तो इस व्यंजक को रूपान्तरित करना पड़ता है, यद्यपि इससे अच्छा होगा कि 'टी' परीक्षण का उपयोग किया जाय जिसका विवेचन नीचे किया गया है। समझाने के उद्देश्य से **सारणी** 4 के आँकड़ों की दोनों विधियों से जाँच की गयी है।

उदाहरण—इसका मानांकन करना है कि क्या 1891–1940 में एस्क तथा रेमिक की औसत जीवित जन्म दरों का अन्तर (**सारणी** 4) सार्थक है।

निराकरणीय परिकल्पना के लिए यह मान लिया जाता है कि कोई भी अन्तर संयोग के कारण है। छोटे प्रतिदर्श के लिए अन्तर की मानक त्रुटि के लिए रूपान्तरित व्यंजक इस प्रकार है :

$$\sigma\ (\bar{x}_a - \bar{x}_b) = \sqrt{\left(\frac{\sigma_a^2}{n_a - 1} + \frac{\sigma_b^2}{n_b - 1}\right)}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{61.0}{9} + \frac{20.7}{9}\right)}$$

$$= 3.0$$

माध्य मानों का अन्तर 8.8 है जो कि अन्तर की मानक त्रुटि का लगभग तीन गुना है। जब माध्यों के बीच का अन्तर, अपनी मानक त्रुटि के दो गुने से कम हो तो निराकरणीय परिकल्पना में सन्देह नहीं होता। किन्तु यदि अन्तर अपनी मानक त्रुटि के तीन गुने से अधिक हो, तो वह निश्चय ही अर्थपूर्ण हो जाता है। प्रस्तुत उदाहरण में यह अन्तर सम्भवतः सार्थक है।[2]

---

1. यह माना गया है कि प्रेक्षण परस्पर एक दूसरे से सहसम्बन्धित नहीं हैं। यदि प्रेक्षण स्वतन्त्र नहीं हैं, अथवा यदि दोनों श्रेणियाँ एक दूसरे से सहसम्बन्धित हैं, तो व्यंजक को रूपान्तरित करना होगा। और अधिक विस्तरण, उदाहरण के लिए, C. C. Peters तथा W. R. Van Voorhis, *Statistical Procedures and their Mathematical Bases*, (न्यू यार्क, 1940), पृ० 162 में मिल सकता है।
2. संयुक्त राज्य में एक सौ शहरों के दो प्रतिदर्शों के लिए इस विधि के उपयोग का चित्र द्वारा एक और स्पष्टीकरण, G. W. Hartman तथा J. C. Hook, *op. cit.*, (1956) में मिलता है।

स्टुडेन्ट का 'टी' ('t') परीक्षण

यह परीक्षण बहुत छोटे प्रतिदर्शों के लिए माध्यों के बीच की सार्थकता का मानांकन करने में विशेष उपयोगी है।[1] टी परीक्षण का उपयोग करते समय निराकरणीय परिकल्पना के उद्देश्य से यह निश्चय कर लेना आवश्यक है कि प्रतिदर्श माध्यों का लगभग वही प्रसरण हो जो स्नेडेकॉर के एफ़ (F) परीक्षण से आता है।[2] प्रसरण के अनुपात की तुलना निम्न प्रकार से होती है :

$$\text{एफ़} = \frac{\text{प्रसरण का वृहत्तर आकलन}}{\text{प्रसरण का लघुतर आकलन}}$$

चूंकि समष्टि प्रसरण का आकलन दो प्रतिदर्शों से किया जाता है, इसलिए संशोधन गुणक $n/n-1$ का उपयोग करना होगा,[3] यद्यपि विचाराधीन उदाहरण में परिणाम पर इसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

$$\text{एफ़} = \frac{61.0 \times 10/9}{20.7 \times 10/9}$$

प्रसरण अनुपात की सारणियों में प्रत्येक प्रसरण-आकलन के लिए स्वतन्त्रता की कोटियों की उपयुक्त संख्या (number of degrees of freedom) के साथ एफ़ के मान की तुलना की जाती है।[4]

स्वतन्त्रता की कोटियों की संख्या वारंवारता-मानों की उस संख्या के बराबर होती है जिसे स्वेच्छा से निश्चित करना सम्भव है। अत: यदि n प्रेक्षणों के एक प्रतिदर्श को x वर्गों में बाँटा जाय और (x – 1) वर्गों की वारंवारताएँ दी हुई हों, तो अन्तिम x वें वर्ग की वारंवारता का निश्चय उस योग से होता है जो Σf (अर्थात् वारंवारता योग) या n है। इसी प्रकार, किसी श्रेणी के माध्य तथा मानक विचलन अतिरिक्त स्थिरांकों ('प्राचलों' ('parameters')) को दर्शा सकते हैं जिन्हें प्रतिदर्श से निर्धारित किया जाता है और बाद में प्रतिदर्श के मदों के सांख्यिकीय मानांकनों के लिए आधार के रूप में उपयोग करते हैं। ऐसे प्राचल जो स्वतन्त्रता की कोटियों की संख्या को सीमित करते हैं, नियंत्रण (constraints) या प्रतिबन्ध (restrictions) कहलाते हैं।

एफ़ परीक्षण में प्रत्येक प्रतिदर्श पर केवल यह प्रतिबन्ध होता है कि प्रेक्षणों की संख्या कितनी है और इस प्रकार से प्रसरण के दोनों आकलनों के लिए स्वतन्त्रता की कोटियाँ (n – 1) होती हैं। 5 प्रतिशत प्रायिकता तल पर (अर्थात् 5 प्रतिशत यह सम्भावना

1. सामान्यत: सीमान्त (limiting) आकार के लिए एक स्वेच्छ संख्या 20 को अपनाया जाता है।
2. अर्थात् यह परीक्षण करने के लिए कि, माध्यों के अतिरिक्त, प्रसरण का सन्दर्भ कल्पित उभयनिष्ट मूल समष्टि (parent population) से होता है।
3. बेसेल का संशोधन, जो मानक विचलन के सर्वोत्तम आकलन के लिए भी उपयोग में आता है (पृ० 442)।
4. उदाहरण के लिए, D. V. Lindley तथा G. C. P. Miller, *op. cit.* (1953)।

हो कि जो मान है वह सयोग के कारण है) स्वतन्त्रता की नौ कोटियो के लिए प्रत्येक आवलन मे एफ़ का मान 3.2 होता है ।[1] एफ़ का परिकलित मान केवल 2.9 है जिससे इसकी अधिक सम्भावना प्रतीत होती है कि प्रसरणों के बीच का अन्तर सयोगवश ही है । अत: यह निराकरणीय परिकल्पना कि प्रसरण में सार्थक अन्तर नही है, पुष्ट (uphc ld) होती है और ऐसे मे केवल टी परीक्षण से ही परिकलन पर्याप्त हो जाता है ।

सारणी 4

लग्ज़ेमबर्ग के दो कैन्टनों में प्रति हज़ार निवासियों के जीवित जन्मों की संख्या, 1891-1940

	ऐस्क	रेमिच
1891—1895	35.1	22.4
1896—1900	35.8	23.2
1901—1905	36.9	24.6
1906—1910	35.3	24.3
1911—1915	32.0	21.6
1916—1920	20.1	17.0
1921—1925	23.2	16.1
1926—1930	24.5	14.8
1931—1935	18.9	12.4
1936—1940	15.7	12.7
माध्य ($\bar{x}$)	27.7	18.9
प्रसरण $\left(\frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{n}\right)$	61.0	20.7

स्रोत : *Annuaire Statistique*, 1955, *L' Office de la Statistique Generale* (लग्ज़ेमबर्ग) ।

वर्तमान उद्देश्य के लिए टी का मान निम्न प्रकार से मिल सकता है :

$$\text{टी} = \frac{\text{माध्यों का अन्तर}}{\text{अन्तर की मानक त्रुटि}}$$

$$= \frac{|\bar{x}_a - \bar{x}_b|}{\sqrt{\left(\frac{(n_a-1)\,s_a^2 + (n_b-1)\,s_b^2}{(n_a-1)+(n_b-1)}\right)\left(\frac{1}{n_a}+\frac{1}{n_b}\right)}}$$ [2]

1. क्रान्तिक सार्थकता तल के लिए 5 प्रतिशत तल का अपनाया जाना, केवल एक रूढ़ि है ।

2. अन्तर की मानक त्रुटि

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma^2{}_a}{n_a} + \frac{\sigma^2{}_b}{n_b}\right)} \text{ या } \sigma\sqrt{\left(\frac{1}{n_a}+\frac{1}{n_b}\right)} \text{ है ।}$$

σ का सर्वोत्तम आकलन आवश्यक है और इसकी व्युत्पत्ति s_a^2 तथा s_b^2 को क्रमश: उनकी स्वतन्त्रता की कोटियों की संख्यानुसार रूपान्तरित करने से होती है ।

टी के लिए अन्य वैकल्पिक व्यंजक भी होते हैं। उपर्युक्त के विषय में यह माना गया है कि दो प्रतिदर्शों के प्रसरण समान हैं। समष्टि प्रसरण का सबसे अच्छा आकलन करने के लिए प्रतिदर्शों को इकट्ठा (pool) कर लिया जाता है। यदि कोई यह समझे कि प्रतिदर्श प्रसरण भिन्न हैं तो टी के लिए निम्न व्यंजक होता है :

$$\text{टी} = \frac{(\bar{x}_a - \bar{x}_b)}{\sqrt{\left(\frac{s_a^2}{n_a - 1} + \frac{s_b^2}{n_b - 1}\right)}}$$

इस दूसरी विधि में टी का अपेक्षाकृत छोटा मान आता है और यह एक अधिक कठोर परीक्षण होता है।

सारणी 4 के उदाहरण के लिए पहला व्यंजक निम्नलिखित होगा :

$$\text{टी} = \left(\frac{8.8}{\sqrt{\left(\frac{9 \times 61{\cdot}0 + 9 \times 20{\cdot}7}{18}\right) \cdot \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right)}}\right)$$

$$\text{टी} = \frac{8\ 8}{\sqrt{8.2}}$$

$$= 3.08$$

इस मान को टी वितरण की सारणी में विभिन्न प्रायिकता तलों पर स्वतन्त्रता की कोटियों की उपयुक्त संख्या के सम्मुख पढ़ते हैं। प्रत्येक प्रतिदर्श के लिए स्वतन्त्रता की (n—1) कोटियाँ होती हैं जिससे स्वतन्त्रता की कुल कोटियाँ $(n_a - 1) + (n_b - 1)$ होती हैं। उदाहरण में 18 स्वतन्त्रता की कोटियाँ हैं और 0.3 प्रतिशत प्रायिकता तल पर टी का सारणीबद्ध मान 3.1 है। अतः इस प्रायकिता तल पर टी का परिकलित मान 3.08 सार्थक है जिससे यह लक्षित होता है कि दोनों कैन्टनों में जीवित जन्मों की माध्य संख्या के बीच का अन्तर संयोग के कारण होने की प्रायिकता केवल 0.3 प्रतिशत (3 प्रति हज़ार) है। टी के लिए दिये गये दूसरे व्यंजक के अधिक कठोर परीक्षण के द्वारा 1 प्रतिशत तल पर बहुत सार्थक अन्तर मिलेगा। इस उदाहरण से यह तथ्य स्पष्ट होता है कि जब प्रतिदर्श छोटे हों तो टी परीक्षण के द्वारा एक अधिक दृढ़ निष्कर्ष निकल सकता है।

प्रसरण का विश्लेषण (Analysis of Variance)

अक्सर यह आवश्यक हो जाता है कि दो से अधिक प्रतिदर्शों के माध्य मानों में अन्तर की सार्थकता पर विचार किया जाय। ऐसी दशा में टी परीक्षण की पुनरावृत्ति में बड़ी मेहनत पड़ती है और प्रसरण के विश्लेषण की प्रविधि एक सुविधा पूर्ण तथा शक्तिशाली सांख्यिकीय यंत्र प्रस्तुत करती है।[1] यह विधि ऐसी है कि **अन्तरा-प्रतिदर्श** (between

---

1. एक उदाहरण के लिए, जिसमें इसका उपयोग पश्चिमी वर्जिनिया में श्रमशक्ति की जनसंख्या की तुलना अन्य राज्य समूहों के साथ करने के लिए हुआ है, L. Zobler, 'Decision Making in Regional Construction', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 48, पृ० 140-8 (लारेंस, कंसास, 1958) देखिये।

sample) प्रसरण की मात्रा की तुलना अंतःप्रतिदर्श (within sample) वाली से करनी होती है। किसी प्रतिदर्श का प्रसरण उसके मानक विचलन का वर्ग होता है, किन्तु समष्टि प्रसरण का सबसे अच्छा आकलन तब मिलता है जब विचलनों के वर्गों के योग को (n—1) से भाग देते हैं, जो कि स्वतन्त्रता की कोटियों की संख्या है। व्यावहारिक विधि यह है कि कुल प्रकरणों के वर्गों के योग का परिकलन किया जाय और वर्गों के कुल योग में से अन्तरा-प्रतिदर्श वर्गों के योग को घटाकर अन्तः प्रतिदर्श वर्गों का योग ज्ञात किया जाय। फिर सम्बन्धित प्रसरणों को निश्चित करते हैं और यदि अन्तः प्रतिदर्श प्रसरणों से अन्तरा-प्रतिदर्श प्रसरण सार्थकतापूर्वक बड़ा हो तो यह निश्चयपूर्वक कहा जा सकता है कि ये प्रतिदर्श एक सर्वनिष्ट समष्टि (Common population) से नहीं लिये गये हैं। परिकलनों को एक उदाहरण से समझाया जा रहा है।

उदाहरण : एक शहर-सर्वेक्षण में चार व्यवसाय संवर्गों (क, ख, ग, घ) में प्रभेद किया गया है। पाँच जनगणना क्षेत्रों के लिए प्रत्येक व्यवसाय संवर्ग में काम करने वालों की संख्या ज्ञात करते हैं और यह जाँच आवश्यक होती है कि क्या व्यवसायों का उनमें काम करने वालों की संख्या के साथ एक सार्थक सम्बन्ध है। इस प्रकरण में जो व्यवसाय संवर्ग हैं वे एक प्रतिदर्श समूह बन जाते हैं।

सारणी 5 (क)

प्रत्येक संवर्ग में काम करने वालों की संख्या

			क	ख	ग	घ
जनगणना	**क्षेत्र**	1	100	150	350	350
,,	,,	2	250	400	400	300
,,	,,	3	250	400	650	500
,,	,,	4	300	450	550	550
,,	,,	5	200	300	40	5000
योग			1100	1700	2350	2200
औसत			220	340	470	440

पहला कदम यह है कि परिकलनों को सरल करने के लिए एक आकलित औसत लिया जाय। इस प्रकार 340 का मान चुना जायेगा और **सारणी** 5 (क) में दी गयी संख्याओं को 340 में से घटायेंगे जैसा कि **सारणी** 5 (ख) में दिखाया गया है। बाद वाली सारणी के मानों के फिर वर्ग बना कर उनका पुनर्सारणीयन किया गया है (**सारणी** 5 (ग))। सारणियों के परिणामों से आवश्यक परिकलन किये जा सकते हैं।

सर्वप्रथम 340 के 'आकलित औसत' (estimated average) के लिए एक समायोजन करते हुए वर्गों का कुल योग ज्ञात करना आवश्यक है। यह समायोजन या सहसम्बन्ध कारक (factor) **सारणी** 5 (ख) के प्रतिदर्श योगों के योग के वर्ग को कुल मदों की संख्या से विभाजित करके मिलता है।

सारणी 5 (ख) : पुनर्सारणीयन

क	ख	ग	घ
=240	−190	10	10
−90	60	60	−40
−90	60	310	160
−40	110	210	210
−140	−40	60	160
−600	0	650	500

सारणी 5 (ग) : वर्ग

क	ख	ग	घ
57,600	36,100	100	100
8,100	3,600	3,600	1,600
8,100	3,600	96,100	25,600
1,600	12,100	44,100	44,100
19,600	1,600	3,600	25,600
95 000	57,000	147,500	97,000

सहसम्बन्ध कारक $= \frac{(-600+0+650+500)^2}{20}$

$= \frac{550^2}{20}$

$= 15,125$

सारणी 5 (ग) के वर्गों के कुल योग को प्राप्त करने के लिए सारणी के प्रतिदर्श योगों के कुल योग से सहसम्बन्ध कारक को घटा देते हैं।

वर्गों का कुल योग $= 95,000 + 57,000 + 147,000 + 97,000 - 15,125$

$= 381,375$

'अन्तरा-प्रतिदर्श' वर्गों के योग का परिकलन करने के लिए **सारणी 5** (ख) के प्रत्येक योग के वर्गों को प्रत्येक प्रतिदर्श में मदों की संख्या, अर्थात् पाँच, से भाग देते तथा आकलित औसत से समायोजन करते हैं।

अन्तरा-प्रतिदर्श वर्गों का योग $= \frac{1}{5}(600^2 + 0^2 + 650^2 + 500^2) - 15,125$

$= 181,375$

'अन्त: प्रतिदर्श' वर्गों का योग वर्गो के कुल योग तथा 'अन्तरा-प्रतिदर्श' वर्गों के योग का अन्तर होता है।

अन्त: प्रतिदर्श वर्गों का योग $= 381,3/5 - 181,375$

$= 200,000$

इसके बाद अन्त: प्रतिदर्श और अन्तरा-प्रतिदर्श के प्रसरण में सम्बद्ध स्वतन्त्रता की कोटियों की संख्या का परिकलन शेष रह जाता है। वर्गों के कुल योग के लिए और अन्तरा-प्रतिदर्श योगों के लिए भी (n − 1) स्वतन्त्रता की कोटियाँ होती हैं, जिससे इस उदाहरण में क्रमशः

19 तथा 3 प्राप्त होते हैं। अन्त: प्रतिदर्श वर्गों के योग के लिए स्वतन्त्रता की कोटियों को अन्य दोनों के बीच के अन्तर (19 – 3) = 16 से ज्ञात करते हैं। इसके परिणामों को **सारणी** 5 (घ) में सारणीबद्ध किया जा सकता है और वर्गों के योगों को स्वतन्त्रता की कोटियों की उपयुक्त संख्या से भाग देकर अन्तरा तथा अन्त: प्रतिदर्श प्रसरण का आकलन ज्ञात किया जाता है। प्रसरण के बृहत् आकलन के साथ लघु आकलन की तुलना से स्नेडेकॉर का 'एफ़' अनुपात मिलता है।

सारणी 5 (घ)

	वर्गों का योग	स्वतन्त्रता की कोटियाँ	प्रसरण आकलन
अन्तरा-प्रतिदर्श	181,375	3	60,458
अन्त: प्रतिदर्श	200,000	16	12,500

$$\text{एफ़} = \frac{\text{बृहत् प्रसरण आकलन (greater variance estimate)}}{\text{लघु प्रसरण आकलन (lesser variance estimate)}}$$

$$= \frac{60,458}{12,500}$$

$$= 4.84$$

एफ़ की सारणियों को देखने से ज्ञात होता है कि प्रसरण के बृहत् आकलन की तीन स्वतन्त्रता की कोटियों तथा लघु आकलन की सोलह स्वतन्त्रता की कोटियों से 2.5 प्रतिशत प्रायिकता तल पर यह मान सार्थक है। यह कदाचित सम्भव नहीं होगा की प्रतिदर्शों के अन्त: और अन्तरा प्रसरण का अन्तर संयोग के कारण हो सकता है और इस प्रकार व्यवसाय के संवर्ग उनमें से प्रत्येक में काम करने वालों की संख्या के रूप में सार्थकता से भिन्न होते हैं।

काइ वर्ग (Chi square (χ^2)) परीक्षण

χ^3 वर्ग परीक्षण, **साहचर्य** का एक माप प्रस्तुत करता है, अर्थात् आँकड़ों के दो या अधिक समूह किस हद तक एक दूसरे से सम्बन्धित हैं। यह एक अत्यन्त उपयोगी परीक्षण है, क्योंकि चरों को कुछ संवर्गों में व्यक्त करने के अतिरिक्त और परिमाणित (quantify) करना आवश्यक नहीं होता। ये संवर्ग केवल एक दी गयी विशेषता की उपस्थिति अथवा अनुपस्थिति को बतला सकते हैं। यह विधि पुन: एक निराकरणीय परिकल्पना का परीक्षण करने के लिए है कि प्रेक्षित परिणाम उन परिणामों से सार्थकता पूर्वक भिन्न नहीं हैं जो संयोग के कारण हो सकते हैं।

उदाहरण : दो ज़िलों के लिए फ़ार्मों के क्षेत्रफलों को वर्गों में कोटिकृत (grade) करके परीक्षण किया गया है। प्रश्न यह तय करने का है कि दोनों ज़िलों में फ़ार्मों के आकार में एक सार्थक अन्तर है कि नहीं।

सारणी 6

फ़ार्म के क्षेत्र का आकार (एकड़)	25 से कम	25-50	50-100	100-200	200-500	फ़ार्मों की कुल सख्या
ज़िला A में फ़ार्मों की संख्या	10	44	57	30	9	150
ज़िला B में फ़ार्मों की संख्या	40	73	70	24	7	214
	50	117	127	54	16	364

काइ वर्ग निम्न प्रकार से प्राप्त करते हैं

$$\chi^2 = \Sigma \frac{(O - E)^2}{E}$$

जब कि O प्रेक्षित वारंवारता है।

तथा E प्रत्याशित या सैद्धान्तिक वारंवारता है। E का मान 6 से कम नहीं होना चाहिये और यदि ऐसा न हो तो इसे सुनिश्चित करने के लिए वर्गों को समूहबद्ध करना पड़ सकता है।

प्रत्येक संगत प्रेक्षित वारंवारता के प्रत्याशित मान का परिकलन करने के लिए स्तम्भ के योग तथा पंक्ति के योग को गुणा करते हैं और उसे मदों के सर्व योग से भाग देते है। इन मानों की व्युत्पत्ति को **सारणी** 7 में स्पष्ट देखा जा सकेगा।

सारणी 7

ज़िला A	E_1	E_3	E_5	E_7	E_9	150
ज़िला B	E_2	E_4	E_6	E_8	E_{10}	214
	50	117	127	54	16	364

जब कि $E_1 = \frac{50 \times 150}{364}$; $E_2 = \frac{50 \times 214}{364}$,

$E_3 = \frac{117 \times 150}{364}$, इत्यादि

सारणी 8 में प्रत्याशित वारंवारताएँ दिखलायी गयी हैं।

सारणी 8

ज़िला A	20.6	48.2	52.3	22.3	6.6	150
ज़िला B	29.4	68.8	74.7	31.7	9.4	214
	50	117	127	54	16	364

$$\chi^2 = \frac{(O_1 - E\ )}{E_1} + \frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2} + \dots + \frac{(O_{10} - E_{10})}{E_{10}}$$

$$= \frac{10.6^2}{20.6} + \frac{4.2^2}{148.2} + \frac{4.7^2}{52.3} + \frac{7.7^2}{22.3} + \frac{2.4^2}{6.6} +$$

$$= \frac{10.6^2}{29.4} + \frac{4.2^2}{68.8} + \frac{4.7^2}{74.7} + \frac{7.7^2}{31.7} + \frac{2.4^2}{9.4}$$

$$= 16.6$$

स्वतन्त्रता की कोटियों की संख्या (पंक्तियों की संख्या—1) × (स्तम्भों की संख्या—1) होती है, जो कि $4 \times 1 = 4$ है। χ^2 के वितरण की सारणी को देखने से ज्ञात होता है कि 4 स्वतन्त्रता की कोटियों के लिए $\chi^2 = 16.6$ होने पर, जिलों में परस्पर अन्तर 0.5 प्रतिशत प्रायिकता तल पर सार्थक होता है।

जॉब्लर ने प्रादेशिक सीमाओं की सार्थकता का एक रोचक अध्ययन किया है।[1] इन्होंने न्यू जर्सी के सालेम काउन्टी के भू-आकृति विज्ञान तथा भू विज्ञान (geology) के आधार पर चुने हुए कुछ प्रदेशों में मिट्टी के संवर्गों के भूमि उपयोग प्रकारों के तथा जनसंख्या समूहों के सम्बन्धों का परीक्षण करने के लिए χ^2 परीक्षण का उपयोग किया है।

सहसम्बन्ध

चरों के बीच साहचर्य के विषय को अब मात्रात्मक रूप में व्यक्त किया जा सकता है। दो मात्रात्मक चरों का सम्बन्ध प्रकीर्णन आरेख के द्वारा आलेखी ढंग से सरलता से प्रदर्शित हो जाता है,[2] किन्तु सहसम्बन्ध के या सहगामी (concomitant) विचरण के एक अधिक परिशुद्ध माप की आवश्यकता पड़ सकती है।

दो चरों के सम्बन्ध का सब से प्रचलित माप के० पियर्सन का **गुणन-आघूर्ण** (product moment) **सह सम्बन्ध गुणांक** है। गुणांक का मान -1 से $+1$ तक परिसरित होता है। $+1.0$ का सहसम्बन्ध यह लक्षित करता है कि एक चर ठीक उतना ही बढ़ता या घटता है जितना कि दूसरा चर बढ़ता या घटता है। -1.0 का गुणांक ठीक इसके विपरीत सम्बन्ध को सूचित करता है, जब कि 0.0 से चरों के बीच कोई सम्बन्ध न होना प्रदर्शित होता है। व्यवहार में देखा गया है कि स्वतन्त्र चरों में भी प्रायः थोड़ा सा संयोगवश सम्बन्ध होता है। पृष्ठ 461 पर दिये गये उदाहरण में गुणांक के परिकलन को दिखलाया गया है।

---

1. L. Zobler, 'Statistical Testing of Regional Boundaries', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 47, पृ० 83-95 (लारेंस, कंसास, 1957); तथा 'The Distinction between Relative and Absolute Frequencies in using Chi-Square for Regional Analysis', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 48, पृ० 456-7 (लारेंस, कंसास, 1958) भी।
2. उदाहरण के लिए, जनसंख्या के आँकड़ों के साथ, देखिये पृ० 364।

गुणन-आघूर्ण सह सम्बन्ध गुणांक, $r = \frac{\text{x तथा y का सहप्रसरण (Covariance)}}{\sigma_x \; \sigma_y}$

$$= \frac{\frac{1}{n}\Sigma (x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sigma_x \, . \, \sigma_y}$$

$$= \frac{459.0}{20 \times 11.46 \times 2.04}$$

$$= 0.98$$

उदाहरण : फ्रांस में लौह अयस्क तथा अपरिष्कृत इस्पात का उत्पादन

	लौह अयस्क (दस लाख टन)	$(x-\bar{x})$	अपरिष्कृत इस्पात (दस लाख टन)	$(y-\bar{y})$	$(x-\bar{x}) \times (y- \;)$
1919	9.4	−22.8	2.2	−3.3	75.2
1920	13.9	−18.3	2.7	−3.8	69.5
1921	14.2	−18.0	3.1	−3.4	61.2
1922	21.1	−11.1	4.5	−2.0	22.2
1923	23.3	− 8.9	5.2	−1.3	11.6
1924	29.0	− 3.2	6.7	0.2	−0.6
1925	35.6	3.4	7.5	1.0	3.4
1926	39.3	7.1	8·3	2.1	14.9
1927	45.5	13.3	8.3	1.8	23.9
1928	49.2	17.0	9.5	3 0	51.0
1929	50.7	18.5	9.7	3.2	59.2
1930	48.6	16.4	9.4	2.9	47.6
1931	38.6	6.4	7.8	1.3	8.3
1932	27.6	− 4 6	5.6	−0.9	4.1
1933	30.2	− 2.0	6.6	0.1	−0.2
1934	32.0	− 0.2	6.2	−0.3	0.1
1935	32.0	− 0.2	6.3	−0.2	0.0
1936	33.3	1.1	6.7	0.2	0.2
1937	37.8	5.6	7.9	1.4	7.8
1938	33.1	0.9	6.1	−0.4	−0.4
					459.0

= 32.2   y = 6.5

σ_x = 11.46 σ_y = 2.04

स्रोत—*Annuaire Statistique de la France*, पृ० 135-9 (पेरिस, 1961)

यह स्पष्ट है कि प्रत्येक वर्ष में लौह अयस्क तथा अपरिष्कृत इस्पात के उत्पादन मे एक घनिष्ट धनात्मक सम्बन्ध है। समय श्रेणी के सम्बन्ध में सदैव यह सावधानी रखनी चाहिये कि एक सामान्य प्रवृत्ति दोनों चरों में अल्प-कालीन विपरीत चिन्ह वाले विचरणों को अस्पष्ट न कर दे।

यदि कोई प्रतिदर्श बड़ा हो और सहसम्बन्ध बहुत अधिक न हो तो सह-सम्बन्ध गुणांक की सांख्यिकीय सार्थकता उसकी मानक त्रुटि का परिकलन करके ज्ञात की जा सकती है। इन परिस्थितियों में मानक त्रुटि, σ_r का सूत्र इस प्रकार है :

$$\sigma r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}}$$

अन्यथा टी परीक्षण का (n – 2) स्वतन्त्रता की कोटियों के साथ उपयोग किया जा सकता है और

$$\text{टी} = \sqrt{\left(\frac{r^2\,(n-2)}{1-r^2}\right)}\ ^{1}$$

जबकि n आँकड़ों के जोड़ों की संख्या बतलाना है।

रैखिक समाश्रयण (Linear Regression)

सहसम्बन्ध गुणांक, सम्बन्धों की कोटि का एक संख्यात्मक सूचक प्रस्तुत करता है, किन्तु अच्छा हो यदि एक प्रकीर्णन आरेख पर आलेखित बिन्दुओं की सामान्य प्रवृत्ति से अधिकाधिक निकटतम एक रेखा खींची जाये। यह एक समाश्रयण रेखा, या 'सबसे उपयुक्त' (best fit) रेखा होती है। वास्तव में समाश्रयण की दो रेखाएँ होती हैं, एक x पर y के लिए और दूसरी y पर x के लिए। सर्वप्रथम, यह सम्भव होता है कि x के एक दिये हुए मान के लिए y का लगभग मान 'प्रागुक्त' ('predict) किया जाय तथा y पर x के समाश्रयण के लिए इसके विपरीत।

x (ज्ञात) पर y (अज्ञात) का समीकरण इस प्रकार है :

$$(y-\bar{y}) = r\,\frac{\sigma_y}{\sigma_x}(x-\bar{x})$$

x (अज्ञात) तथा y (ज्ञात) का व्यंजक इस प्रकार है :

$$(x-\bar{x}) = r\,\frac{\sigma_x}{\sigma_y}(y-\bar{y})$$

फ्रांस में लौह अयस्क तथा अपरिष्कृत इस्पात से सम्बन्धित आँकड़ों के लिए x पर y का समाश्रयण समीकरण इस प्रकार है :

$$y-6.5 = 0.98\frac{2.04}{11.46}\,(x-32.2)$$

---

1. यह स्मरण रखना चाहिये कि सहसम्बन्ध गुणांक स्वयं प्रसामान्य वितरण पर निर्भर नहीं होता, किन्तु मानक त्रुटि तथा टी (t) परीक्षण निर्भर होते हैं।

अतः, $y = 0.17x + 0.9$

स्वेच्छ मानों (arbitrary values) को लेते हुए,

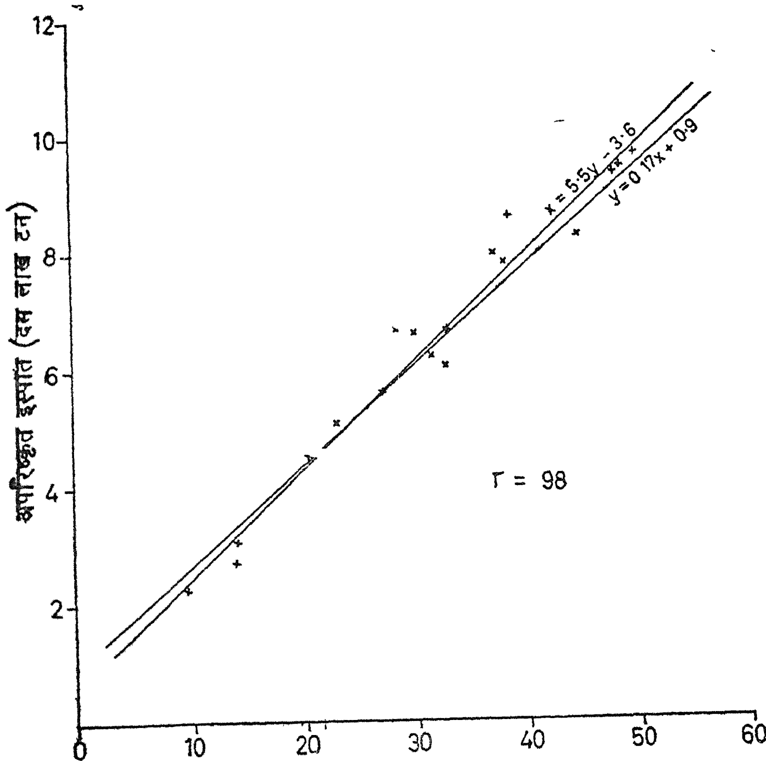
यदि $x = 20, \quad y = 4.3$ तथा

यदि $x = 40, \quad y = 7.7$

प्रकीर्णन आरेख पर समाश्रयण रेखा बनाने के लिए इन मानों का उपयोग किया जा सकता है (चित्र 235), और इसी प्रकार से x पर y के लिए समाश्रयण रेखा प्राप्त की जाती है। x का समीकरण यह है :

$$x = 5.5y - 3.6$$

नगरीय भूगोल के अध्ययन में इन प्रविधियों का उपयोग बढ़ता जा रहा है (पृ० 426 भी देखिये)।[1]



चित्र 235—फ्रांस में लौह अयस्क तथा अपरिष्कृत इस्पात के उत्पादन की समाश्रयण रेखाएँ, 191?-38।

स्रोत: *Annuaire Statistique de la France*, 1961

1. उदाहरण के लिए, E. N. Thomas, 'Toward a Central Place Model', *Geographical Review*, अंक 51, पृ० 4?0-11 (न्यू यार्क, 1961)।

कुछ प्रकरणों में दो चरों का परस्पर सम्बन्ध अरैखिक हो सकता है और ऐसी दशा में प्रकीर्णन आरेख के लिए 'सबसे उपयुक्त' किसी प्रकार के वक्र के रूप में होगी। ऐसे वक्रों का परिशुद्ध परिकलन कठिन होता है, यद्यपि ग्राफ़ पर बिन्दुओं से होता हुआ एक निकटतम वक्र बनाया जा सकता है।

साहचर्य तथा सहसम्बन्ध के मापों का उपयोग क्षेत्रीय वितरणों[1] के लिए किया जा सकता है। मैक कार्टी आदि ने औद्योगिक भूगोल के एक अध्ययन में विविध प्रविधियों का एक पूर्ण विवरण दिया है।[2] फिर भी क्षेत्रीय अध्ययनों में एक सावधानी रखनी चाहिए क्योंकि जिन क्षेत्रों के लिये सहसम्बन्ध गुणांक का परिकलन किया जा रहा हो उनके आकार का समायोजन करना आवश्यक है।[3]

भौगोलिक कार्यों के लिए साहचर्य का गुणांक निकालने के लिए विविध प्रयास किये गये हैं। वितरणों के विश्लेषण में सांख्यिकीय विधियों पर सबसे पहले विचारों में से एक में, राइट ने समतलता तथा साहचर्य को नापने के लिए अनेक गुणांक प्रस्तावित किये हैं जो मुख्यतः भौगोलिक प्रविधियों से निकाले जाते हैं।[4]

फ्लोरेंस ने स्थानीकरण तथा साहचर्य (या संबद्धता linkage) के और भी गुणांकों का सुझाव दिया है और ब्रिटेन में उद्योग के एक अध्ययन में उनके उपयोग को दिखलाया है।[5] स्थानीकरण का गुणांक क–च प्रदेशों में कुल काम करने वालों के प्रतिशत से क्ष उद्योग में काम करने वालों के प्रतिशत के धनात्मक या ऋणात्मक विचलनों को जोड़ कर निकाला जाता है। **सारणी** 9 इस प्रक्रम को दिखलाती है।

---

1. J. G. Chadwick, Correlation between Geographical Distributions A Statistical Technique', *Geography*, अंक 46, पृ० 25-30 (लन्दन, 1961) में सहसम्बन्ध गुणांक के प्रयोग क प्रारम्भिक उदाहरण दिये गये हैं।
2. H. H. Mc Carty, J. C. Hook, D. S. Knos तथा G. R. Davies, *The Measurement of Association in Industrial Geography*, स्टेट यूनिवर्सिटी आफ़ आयोवा (आयोवा सिटी, 1956)।
3. A. H. Robinson, 'The Necessity of Weighting Values in Correlation Analysis of Areal Data', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 46, पृ० 223-6 (लारेंस, कसास, 1956)।
4. विस्तार के लिए मूल लेख : J. K. Wright, 'Some Measures of Distributions', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 27, पृ० 177-211 (लंकास्टर, पे०, 1937), देखना चाहिये।
5. P. S. Florence, 'The Selection of Industries Suitable for Dispersion into Rural Areas', *Journal of the Royal Geographical Society*, A, अंक 107, पृ० 93-116 (लन्दन, 1944)।

सारणी 9

प्रदेश	काम करने वाली जनसंख्या का राष्ट्र के कुल काम करने वालों में प्रतिशत	क्ष उद्योग में राष्ट्र के कुल काम करने वालों का प्रतिशत	धनात्मक विचलन
क	20	25	5
ख	30	45	15
ग	15	10	
घ	10	5	
ङ	5	5	
च	20	10	
			20

स्थानीकरण का गुणांक = 20/100 = 0.2

0.0 का गुणांक चुने हुए उद्योग का सब व्यवसायों के साथ पूर्ण सम्पात दर्शाता है और 1.0 चरम अवभेद दर्शाता है। न्यूज़ीलैण्ड में वस्तु निर्माण उद्योग के वितरण का एक हाल का अन्वेषण[1] फ्लोरेंस के गुणांक तथा अन्य सूचकों के प्रयोग को दिखलाता है।

दो उद्योगों के परस्पर साहचर्य का गुणांक प्राप्त करने के लिए क से ख उद्योग के धनात्मक विचलनों को 100 से भाग देकर एक दूसरे से घटाते हैं। 1.0 का गुणांक प्रत्येक प्रदेश में उद्योगों के परम सम्पात को दर्शाता है।[2]

इन गुणांकों का उपयोग विस्तृत विविधता वाले प्रतिशत आँकड़ों में किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, आयु या रंग समूह के अनुसार जनसंख्या के समूह तथा कारखाने के आकार।[3] तथापि, इस प्रविधि की वैधता के विषय में कुछ संदेह है। एच० एच० मैक कार्टी इत्यादि[4] साधारण सहसम्बन्ध गुणांक r तथा सहसम्बन्ध के गुणांक के आपेक्षिक गुणों

1. G. J. R. Linge, 'Some Measures of the Distribution of Manufacturing applied to New Zealand', *New Zealand Geographer*, अंक 17, पृ० 195-208 (ऑकलैण्ड, 1961)।
2. 'संपात' ('coincidence') की कोटि, स्वभावतः, इस पर निर्भर होगी कि किस मापनी के प्रदेश को चुना गया है। H. H. Mc Carty *et al.* (*op. cit.*) ने बतलाया है कि संयुक्त राज्य में, वर्ग क्षेत्रों को मानते हुए, काउन्टियों के लिए, 'आदर्श अवस्थितियों' (ideal locations) का अर्थ, औसत दशा में, एक दूसरे से 16 मील के अन्दर होगा।
3. J. W. Alexander, 'Location of Manufacturing : Methods of Measurement', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 48, पृ० 20-6 (लारेंस, कंसास, 1958)।
4. H. H. Mc Carty *et al. op. cit.* (1956), पृ० 30-44।

का विस्तृत मानांकन करते हैं और यह दिखलाते हैं कि यद्यपि साहचर्य का गुणांक व्यवहार में संतोषपूर्ण कार्य करता है, किन्तु इसका सैद्धान्तिक आधार बहुत ठोस नहीं है और यह परिकल्पित आँकड़ों के असंतोषपूर्ण परिणाम देता है। काम में लगे हुए श्रमिकों (श्रम निवेश (input) का वस्तु निर्माण के संकेन्द्रण की कसौटी के रूप में उपयोग की एक अधिक मूल आलोचना यह है कि यह श्रमिक उत्पादन शक्ति (वस्तु निर्माण निपज (output)) के विभिन्न प्रादेशिक तलों पर ध्यान नहीं देता। निवेश-निपज (input-output) की यह संकल्पना जिसे अमरीकी अर्थशास्त्रियों ने विकसित किया है, अब कई देशों में प्रादेशिक उत्पादन में प्रयोग की जा रही है।[1]

अन्य सहसम्बन्ध विधियाँ

जिन सहसम्बन्ध विधियों का विवेचन ऊपर किया गया है, उन्हें अधिक जटिल समस्याओं में प्रयुक्त किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, तीन चरों के परस्पर विचरणों पर विचार करना आवश्यक हो सकता है। इस कार्य के लिए साधारण सहसम्बन्ध गुणांक अपर्याप्त है तथा **आंशिक सहसम्बन्ध** गुणांक का परिकलन होना चाहिए। दो चर x तथा y में z का प्रभाव देखते हुए तथा तीसरे चर को हटाते हुए आंशिक सहसम्बन्ध गुणांक $r_{xy \cdot z}$ का मूल सूत्र इस प्रकार है।

$$r_{xy} \cdot z = \frac{r_{xy} - (r_{xz} \times r_{yz})}{\sqrt{\{(1-r_{xz}^2)(1-r_{yz}^2)\}}}$$

अतः चरों को जोड़ों में लेते हुए (r_{xy}, r_{xz} तथा r_{yz}) उनके परस्पर तीन सरल सहसम्बन्ध गुणांकों का परिकलन करना होता है। तीन से अधिक चरों पर कार्य करने के लिए इस विधि को विकसित किया जा सकता है।[2]

आंशिक समाश्रयण (partial regression) पर कार्य करने के लिए सरल प्रकरण वाले समाश्रयण समीकरणों को भी विकसित किया जा सकता है। एक ऐसी प्ररूपी समस्या जिसमें ये विधियाँ मूल्यवान होती हैं, फ़सल की उपज तथा मौसम का परस्पर सम्बन्ध है, जहाँ पर यह ज्ञात रहता है कि वर्षा, वाष्पीय वायुसंचालन, धूप, तापमान तथा आर्द्रता आदि मौसम के अंशदायी (contributory) तथा परस्पर-सम्बन्धित कारक होते हैं।

1. उदाहरण के लिए, देखिये : F. A. Leeming, 'Problems in the Evaluation of Local Outputs in the United Kingdom', *Transactions and Papers*, 1962, *Institute of British Geographers*, सं० 30, पृ० 45-58 (लन्दन, 1962) तथा W. Isard, *Methods of Regional Analysis : An Introduction to Regional Science* (न्यू यार्क, 1960) में J. H. Cumberland, 'Inter-Regional and Regional Input-Output Techniques'.
2. A. H. Robinson, J. B. Lindberg तथा L. W. Brinkman ने 'A Correlation and Regression Analysis applied to Rural Farm Population Densities in the Great Plains', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 42, पृ० 211-21 (लारेंस, कंसास, 1961) में सरल तथा अधिक उन्नत सहसम्बन्ध विधियों के प्रयोग का एक उदाहरण दिया है।

समाश्रयण प्रविधियों का प्रयोग जनसंख्या के अध्ययन में भी होता है। उदाहरण के लिए, टामस ने शिकागो क्षेत्र मे जनसंख्या की वृद्धि पर नौ स्वतन्त्र चरों के प्रभाव का मानांकन किया है।[1]

आंशिक समाश्रयण समीकरणों से प्रागुक्त मानों तथा प्रेक्षित मानों के सहसम्बन्ध गुणाङ्क को **बहु** (*multiple*) **सहसम्बन्ध गुणाङ्क** कहते हैं। इससे यह ज्ञात होता है कि एक चर (प्रेक्षित मान) तथा कई स्वतन्त्र कारकों के संचय के बीच अधिकतम सहसम्बन्ध कितना हो सकता है। इस गुणांक का वर्ग यह दिखलाता है कि अन्वेषण के लिए चुनी हुई विशेषताएँ कुल प्रसरण के किस समानुपात की 'व्याख्या' ('explain') करती हैं और इस प्रकार से यह उस परिकल्पना की वैधता की एक जाँच प्रस्तुत करता है जिस पर उन विशेषताओं का चुनाव आधारित है।[2]

दो अन्य विचारणीय प्रविधियाँ हैं जिनमें और अधिक परिकलन आवश्यक होते है और उन्हें मुख्यतः परिकलन यन्त्र प्रोग्रामों (computer programmes) के साथ काम में लाते है । पहली प्रविधि, कारक विश्लेषण (*factor analysis*) है जो कि बहु सहसम्बन्ध के सिद्धान्तों का एक विकसित रूप है।[3] इस प्रविधि का मुख्य उद्देश्य यह है कि प्रेक्षित चरों को अपेक्षाकृत कम संख्या में घटकों (या 'कारकों' ('factors')) में व्यक्त किया जाय और प्रसरण को यथासम्भव एक या दो घटकों में संकेन्द्रित किया जाय। प्रेक्षित (स्वतन्त्र) चरों का जोड़ों में सहसम्बन्ध ज्ञात करते हैं और सहसम्बन्ध गुणाकों से प्रत्येक चर के उपयुक्त भार ('कारक भार') का परिकलन करके यह अनुमान किया जा सकता है कि विचाराधीन संरचना में कितना विचरण अकेले 'कारकों' के कारण है।[4] उदाहरण के लिये विभिन्न क्षेत्रों के लिए एक विशेष उद्योग की अव-

---

1. E. N. Thomas, 'Areal Associations between Population Growth and Selected Factors in the Chicago Urbanized Area', *Economic Geography*, अंक 36, पृ० 158-70 (वॉरसेस्टर, मैसा०, 1960)। L. J. King, 'A Multivariate Analysis of the Spacing of Urban Settlements in the United States', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 42, पृ० 222-33 (लारेंस, कंसास, 1961) भी देखिये।
2. सह-सम्बन्ध गुणांक के वर्ग (r^2) को **निर्धारण गुणांक** (*coefficient of determination*) कहते हैं और यह सिद्धान्त सरल तथा बहु सहसम्बन्ध गुणांकों पर लागू होता है।
3. कभी-कभी 'बहुचर (multivariate) विश्लेषण' का उपयोग इसी अर्थ में होता है, यद्यपि सामान्यत: इस शब्द का उपयोग बहु सहसम्बन्ध तथा समाश्रयण के लिए हो सकता है।
4. संक्षिप्त विवरण के लिए, D. E. Vincent, 'The Origin and Development of Factor Analysis', *Applied Statistics*, अंक 2, पृ० 107-17 (एकलन्दन, 1953) देखिये; R. B. Casttell, *Factor Analysis : an Introduction and Manual for the Psychologist and Social Scientist* (न्यू यार्क, 1952) एक सामान्य पाठ्य है।

स्थिति को निर्धारित करने वाले चरों (गुणों (attributes)) को आँका (assess किया) जा सकता है। इस प्रकार से व्युत्पन्न 'कारक' फिर यह दर्शा सकेंगे कि सन्दर्भित प्रणाली में कोई आधारभूत मूल लक्षण है या नही। यह समझ लेना आवश्यक है कि घटकों के द्वारा संरचना का केवल गणितीय सरलीकरण मिलता है और यह आवश्यक नहीं है कि वे वास्तविक कारकों को दर्शायें। उपयुक्त चरों के चयन में तथा परिणामों की व्याख्या करने में उस समस्या का पर्याप्त पूर्वज्ञान आवश्यक है जिसमें कारक-विश्लेषण का प्रयोग किया जा रहा हो, क्योंकि गुणों के एक वैकल्पिक समुच्चय के चयन से भिन्न परिणाम मिल सकता है। यह प्रक्रम पूर्णतः वस्तुनिष्ठ नहीं है, किन्तु इसे पहले ही प्रादेशिक सीमांकन[1] की समस्या में तथा पारिस्थितिक अन्वेषणों में प्रयोग किया जा चुका है।[2]

दूसरी उच्चस्तरीय प्रविधि के द्वारा एक सममान रेखा-मानचित्र का मात्रात्मक वर्णन सम्भव हो जाता है। यदि सममान रेखाओं को स्थलाकृतिक समोच्च रेखाएँ मान लिया जाय तो यह देखा जा सकता है कि कुछ सरल धरातलीय उच्चावचनों (configurations) का सम्मिश्रण करके कुल 'उच्चावचन' (relief) प्राप्त किया जा सकता है। पृथक धरातलों में आयताकार, उत्तल तथा अवतल ढाल तथा उनके सममित एवं असममित (assymetrical) सम्मिश्रण होते है, जिनमें से प्रत्येक को गणितीय विधि से उल्लिखित (specify) किया जा सकता है।[3] धरातलों के सम्मिश्रण का काम लांबिक बहुपद (Orthogonal polynomial) समीकरणों के द्वारा किया जाता है।[4] इनके द्वारा एक जटिल समीकरण बन जाता है जो उस धरातल का वर्णन करता है जो कि समीकरण में स्थिरांकों को

1. M. J. Hagood, N. Danilevsky तथा C. O. Beum, 'An Examination of the Use of Factor Analysis in the Problem of Sub-regional Delineation', *Rural Sociology*, अंक 6, पृ० 216-33 (रैले, एन० सी०, 1941)।
2. W. T. Williams तथा J. M. Lambert, 'Multivariate Methods in Plant Ecology', *Journal of Ecology*, अंक 47, पृ० 83-101, अंक 48, पृ० 689-710, तथा अंक 49, पृ० 717-29 (कैमब्रिज, 1959, 1960, 1961)।
3. S. Petterssen, '*Weather Analysis and Forecasting*, अंक II, मैक ग्रॉ-हिल, न्यू यार्क, 1956 के अध्याय 28 में पृ० 242 में T. F. Malone ने 'Applications of synoptic climatology to weather prediction' में व्यवस्था (schematic) धरातलों को चित्र द्वारा समझाया है।
4. साधारण बहुपद समीकरण का स्वरूप इस प्रकार का होता है :

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

लांबिक बहुपद समीकरण उपर्युक्त स्थिरांकों तथा x के घातों का ऐसा रूपान्तरण (transformation) प्रस्तुत करते हैं, जिससे कि और भी स्थिरांकों का उत्तरोत्तर जोड़ना सम्भव होता है बिना इस आवश्यकता के कि प्रत्येक जोड़ने के समय पिछले 'स्थिरांकों' का पुनर्परिकलन किया जाय। F. E. Croxton तथा D. J. Cowden, *Applied General Statistics*, पृ० 433-5 (न्यू यार्क, 1939) देखिये।

उत्तरोत्तर तब तक जोड़ते रहने से बनता है, जब तक कि 'वर्णन' पर्याप्त परिशुद्ध नहीं हो जाता।

किसी वितरण प्रतिरूप का कौन सा समानुपात प्रारम्भिक ढालों के द्वारा बनता है, इसे बतलाने के लिए, या दो वितरणों की संगति को निर्धारित (assess) करने के लिए, इस विधि का उपयोग हो सकता है। पहिले उपयोग का उदाहरण दाब के मानचित्रों के अन्वेषण में मिलता है[1], और बाद वाले का उदाहरण हाल के एक अध्ययन में है, जिसमें नेब्रास्का में जनसंख्या के घनत्व तथा वर्षण के वितरणों की तुलना की गयी है।[2] ऐसी तुलनाओं में यह आवश्यक है कि स्थलाकृतियों की ऊर्ध्वाधर मापनियों को तुलनीय बनाने के लिए प्रारम्भिक परिकलन किया जाय।

स्पष्ट है कि यहाँ पर सांख्यिकीय विधियों के विशाल क्षेत्र की केवल एक रूपरेखा ही दी जा सकती है। इन विधियों का भौगोलिक अध्ययनों में विस्तृत प्रयोग होने लगा है, यद्यपि यह महत्वपूर्ण है कि इन विधियों के सही उपयोग के लिए इनमें निहित सिद्धान्तों को समझना आवश्यक है। विशेषकर, यदि प्रारम्भिक आँकड़े स्वयं अपरिष्कृत तथा अपरिशुद्ध हों तो विश्लेषण के परिष्कृत तरीकों से भी परिशुद्ध परिणाम प्राप्त नहीं होंगे। दूसरे शब्दों में, "लघुशक्ति के आँकड़ों पर भारी शक्ति की विधियों" का उपयोग नहीं करना चाहिए। किन्तु यदि इनका उपयोग सावधानी से किया जाय तो ये प्रविधियाँ भूगोलवेत्ता के लिए एक अमूल्य यन्त्र सिद्ध हो सकती हैं।

टीप : परिशिष्ट में प्रयुक्त प्रतीक

c कोषिका अन्तराल (समूह सीमाओं के बीच का अन्तराल)।

d विचलन (deviation या departure)

E प्रत्याशित (expected) वारंवारता

F प्रसरण (variance) अनुपात (स्नेडेकॉर (Snedecor))

f वारंवारता (frequency)

n प्रेक्षणों की संख्या (number of observations)

O प्रेक्षित वारंवारता (observed frequency)

Q_1 गुरु चतुर्थक (upper quartile)

Q_2 लघु चतुर्थक (lower quartile)

---

1. F. K. Hare, 'The Dynamic Aspects of Climatology', *Geografiska Annaler*, अंक 39, पृ० 87-104 (स्टाकहोम, 1957)।
2. A. H. Robinson तथा R. A. Bryson, 'A Method for Describing Quantitatively the Correspondence of Certain Geographical Distributions', *Annals of the Association of American Geographers*, अंक 47, पृ० 379-91 (लारेंस, कंसास, 1957)। यह लेख प्रविधि के लिए आवश्यक परिकलनों का विवरण देता है जो बहुत अधिक प्राविधिक नहीं है।

r सहसम्बन्ध गुणांक (correlation coefficient)

$r_{xy \cdot z}$ x तथा y के बीच का आंशिक सहसम्बन्ध गुणांक जिसमें z का प्रभाव निकाल दिया गया हो

s प्रतिदर्श का मानक विचलन (standard deviation of a sample)

t 'स्टुडेन्ट' के सार्थकता (significance) परीक्षण के उपयोग में आने वाला एक वारंवारता वितरण

x कोई चर (any variable)

x_n x का n वाँ मान

$\bar{x}$ x श्रेणी का अंक गणितीय माध्य

x_0 एक कल्पित (assumed) माध्य

Σ योग (summation) का चिन्ह

Σx x चर के मानों का योग

σ समष्टि (population) का मानक विचलन

$\sigma_{\bar{x}}$ माध्य की मानक त्रुटि (Standard Error)

$\hat{\sigma}$ समष्टि के मानक विचलन का सर्वोत्तम आकलन (best estimate)

χ^2 साहचर्य (association) का परीक्षण करने में प्रयुक्त एक वारंवारता वितरण (के० पियर्सन)

$\sigma_{\bar{x}}$ प्रतिदर्श माध्य की मानक त्रुटि

अग्र संदर्भ (अ० सं०) (**Forward References**)

निम्न पृष्ठ पर	मुद्रित निम्न अ० सं० क्रमांक में	निम्न पृष्ठ संदर्भित हैं
2	1	7
4	2	49
4	3	58
9	4	168
10	5	278, 360
10	6	219, 284
10	7	218
12	8	21
20	9	106
27	10	270
33	12	215
35	13	221
36	14	441
36	15	224
40	16	433
40	17	341
41	18	256-9 तथा 341-2
43	19	318
54	20	83-4
61	21	65
65	22	136
80	23	86
80	24	88
94	25	फुटनोट : 96
102	26	अगले 46 पृष्ठ
106	27	170
116	28	परिशिष्ट : 428
156	29	168-71

निम्न पृ० पर	मुद्रित अ० सं० क्रमांक में	निम्न पृष्ठ संदर्भित हैं
176	30	214
177	31	196
179	32	231–6
182	33	203
182	34	234
190	35	परिशिष्ट : 444
191	36	परिशिष्ट : 441
191	37	225
192	38	परिशिष्ट : 460
197	39	211
202	40	226
202	41	205
210	42	279
210	43	परिशिष्ट : 447
215	44	33,433
224	45	परिशिष्ट : 437
244	46	301–2
245	47	375–415
260	48	410
297	49	315
332	50	370
335	51	356
362	52	460–1
366	53	462
375	54	396
400	55	426
418	56	467
426	57	462

सूचक (Index)